Über die anatomischen Verhältnisse der Hamamelidaceae mit Rücksicht auf ihre systematische Gruppierung.

Von

Adolf Reinsch.

Mit Tafel VIII.

(Arbeit aus dem Laboratorium des botanischen Gartens zu Breslau.)

Einleitung.

Die *Hamamelidaceae* sind eine derjenigen natürlichen Pflanzenfamilien, über deren Umgrenzung und Einreihung in das natürliche System lange Zeit Zweifel herrschten. ENDLICHER trennt in seinen »Genera plantarum« die *Balsamifluae* (*Liquidambar* und *Altingia*) vollständig von den *Hamamelideae*; während er erstere zu den *Juliflorae* (cohors II, apetalae) rechnet und ihnen den Platz zwischen den *Plataneae* und *Salicineae* giebt, rechnet er die *Hamamelideae* zur Klasse der *Discanthae* (cohors IV, dialypetalae) und stellt sie zwischen *Loranthaceae* und *Bruniaceae*. Die *Hamamelideae* teilt er alsdann in die Tribus *Hamamelieae* und *Bucklandieae*. DE CANDOLLE führt im Prodrom. syst. nat. XVI. 2. 157 unter *Platanaceae Liquidambar* an, weist dabei aber darauf hin, dass man dies Genus (incl. *Altingia*) früher zu den *Amentaceae* nahe verwandt den *Platanaceae* gestellt, später es als eigene Ordnung *Balsamifluae* genannt, jetzt aber mit Übereinstimmung aller Forscher zu den *Hamamelideae* rechne; letztere teilt er dann ein in *Hamameleae* und *Fothergilleae*. Demzufolge fassen auch BENTHAM und HOOKER in ihren »Genera plantarum« sämtliche Gattungen unter Fortlassung irgend eines Namens für Unterfamilien oder Tribus unter dem Familiennamen *Hamamelidaceae* zusammen und stellen sie in die Reihe der *Rosales* (zwischen *Droseraceae* und *Bruniaceae*), welcher Ansicht auch ENGLER folgt, indem er der Familie den Platz zwischen *Saxifragaceae* und *Rosaceae* giebt.

Die hiernach zu den *Hamamelidaceae* gestellten Gattungen weisen aber in ihrem Blütenbau mancherlei Verschiedenheiten auf und war deshalb zum vollen Nachweise ihrer natürlichen Verwandtschaft auch eine anatomische Untersuchung notwendig. Diese bildet den einen Teil der vorliegenden

Arbeit; als den anderen und hauptsächlichsten Teil derselben habe ich mir die Aufgabe gestellt, die Familie nach anatomischen Merkmalen zu gruppieren und zu untersuchen, in wie weit sich die hieraus sich ergebende Einteilung mit der nach den Blütenverhältnissen aufgestellten deckt.

Bis jetzt wurden die *Hamamelidaceae* in ihrer Gesamtheit nur von SOLEREDER in seiner Dissertation »Über den systematischen Wert der Holzstruktur bei den Dicotyledonen« anatomisch und zwar nur in Betreff ihres Holzbaues untersucht. Ich kann die Ergebnisse dieser Arbeit, welche schon auf die Zusammengehörigkeit der früher getrennten Familien der *Balsamifluae*, *Bucklandieae* und *Hamamelideae* hinweist, durch meine Untersuchungen nur bestätigen. Ausserdem fanden noch einige Gattungen, speciell *Liquidambar* und *Altingia*, anatomische Bearbeitungen, die sich teils auf die Rinde, teils auf die Balsamgänge und das Mark erstreckten und samt den übrigen für diese Arbeit benutzten Werken und Abhandlungen in dem folgenden Litteraturverzeichnis erwähnt werden sollen.

Litteraturverzeichnis.

1) BENTHAM et HOOKER, »Genera plantarum«. London 1876. Bd. I. p. 665.

2) BENTHAM, »Flora Hongkongensis«. London 1861. p. 132.

3) BOISSIER, »Flora orientalis«. Genf 1867. II. 867.

4) BREITFELD, »Über den Blattbau der Rhododendr.« in ENGLER's Botanischen Jahrbüchern IX. p. 335.

5) CURTIS, »Botanical Magazine«. t. 1341. 4509. 5458.

6) DE BARY, »Vergleichende Anatomie.« Leipzig 1877.

7) DE CANDOLLE, »Prodrom. system. nat.« Paris 1868. IV. 269; XVI. 2. 157.

8) ENDLICHER, »Genera plantarum«. Wien 1840. II. 803.

9) ESSNER, »Über den diagnostischen Wert der Anzahl und Höhe der Markstrahlen«, in »Abhandl. der naturforsch. Ges. Halle«.

10) FOCKE, Die »*Rosaceae*« in ENGLER-PRANTL's »Natürliche Pflanzenfamilien«.

11) FRANCHET et SAVATIER, »Enumeratio plant. in Japonia«. Paris 1875. I. 163 u. II. 367.

12) A. GRIS, »Sur la moelle des plantes ligneuses« in »Annales des sciences naturelles«, V. t. XIV.

13) GULLIVER, »Observations on Raphides and other crystals« in »The Annals and magazine of natural History«. Vol. XI—XVI.

14) HABERLANDT, »Physiolog. Pflanzenanatomie«. Leipzig 1887.

15) HARVEY et SONDER, »Flora Capensis«. London 1861/62. II. p. 325.

16) HOOKER, »Flora of British India«. London 1875. II. 425.

17) MIQUEL, »Flora Indiae Batav.« Leipzig 1855. I. 838 und II. 669.

18) MÖLLER, »Anatomie der Baumrinden«. Berlin 1882. 89.

19) OLIVER, »Flora of tropical Africa«. London 1877. II. 404.

20) SOLEREDER, »Über den systematischen Wert der Holzstructur bei den Dicotyledonen«. München 1885.

21) SANIO, »Entwickelung des Korkes« in PRINGSHEIM's Jahrbüchern, Bd. II.

22) TSCHIRCH, »Angewandte Pflanzenanatomie«. Wien 1889. I. 517.

23) VAN TIEGHEM, »Sur les canaux sécréteurs des Liquidambarées et des Simarubacées« in »Bulletin de la société botanique de France« 1884.

24) WALPERS »Repertorium«. Leipzig 1843. III. 843.

25) WELWITSCH, »Sertum Angolense« in »Transact. of the Linn. Soc.«
26) WESTERMAIER, »Über Bau und Function des pflanzlichen Hautgewebesystems« in PRINGSHEIM's Jahrbüchern. XIV. I.

Da die den *Hamamelidaceae* offenbar nicht ganz fernstehenden *Rosaceae-Spiraeoideae* bisher nur wenig anatomisch untersucht worden waren, so mussten auch diese in den Bereich dieser Arbeit hineingezogen werden.

Untersuchte Hamamelidaceae:

Altingia excelsa Nor. (III u. V).
» *chinensis* Champ. (IV).
Bucklandia populnea R. Brown (III u. V).
Corylopsis himalayana Griff. (V).
» *spicata* Sieb. et Zucc. (V).
Dicoryphe stipulacea St. Hil. (V).
Distylium indicum Benth. (V).
» *racemosum* Sieb. et Zucc. (V).
Eustigma oblongifolia Champ. (V).
Fothergilla alnifolia L. (II).
Hamamelis japonica Sieb. et Zucc. (III).
» *virginica* L. (I).
Liquidambar formosana Hance (V).
» *orientalis* Mill. (V)
» *styraciflua* L. (I).
Loropetalum chinense Oliv. (V).
Parrotia Jacquemontiana Dcne. (II).
» *persica* C. A. Mey. (I).
Rhodoleia Championi Hook. (V).
» *Teysmanni* Miq. (V).
Sycopsis Griffithiana Oliv. (V).
Trichocladus crinitus Pers. (I u. II).
» *ellipticus* Eckl. et Zeyh. (V).

Untersuchte Spiraeoideae:

Exochorda Alberti Lindl. (I).
» *grandiflora* (Hook.) Lindl. (III).
Eriogynia pectinata Hook. (I).
Gillenia trifoliata (L.) Mnch. (I).
Holodiscus discolor Maxim. (I).
Kageneckia lanceolata R. et Pav. (IV).
» *oblongifolia* Ruiz (III).
Neillia thyrsiflora Don (I).
Physocarpus opulifolia (L.) Maxim. (I).
Quillaia Saponaria Mol. (III).
» *Selloviana* Thiele (IV).
Sibiraea laevigata (L.) Maxim. (II).
Sorbaria sorbifolia (L.) A. Br. (II).
Spiraea chamaedrifolia L. (I).
» *Douglasii* Hook. (I).
Vauquelinia corymbosa Corr. (III).

Das Material erhielt ich teils aus dem hiesigen botanischen Garten (I), teils aus folgenden Herbarien: Herbarium des botanischen Gartens zu Breslau (II), Herb. des Herrn Prof. ENGLER (III), Herb. der »Schlesisch. Gesellschaft« zu Breslau (IV) und Herb. Berolinense (V).

Die bei Aufzählung der untersuchten Arten hinter den einzelnen Namen angegebenen römischen Zahlen bezeichnen die entsprechenden Bezugsquellen.

Erster Teil.

Feststellung der anatomischen Verhältnisse.

I. Anatomie der Laubblätter.

1. Epidermis.

a. Cuticula.

Die Ausbildung der Cuticula richtet sich bekanntlich vorzugsweise nach Klima und Standort der betreffenden Pflanzen. Während die auf trockenem, steinigem oder sandigem Boden in den tropischen oder subtropischen

Gebieten vorkommenden Pflanzen sich durch eine stark ausgebildete Cuticula gegen zu schnelle Wasserabgabe schützen müssen, finden wir im allgemeinen bei den dort selbst in feuchten Wäldern oder bei den in der gemäßigten Zone vorkommenden Pflanzen eine verhältnismäßig schwach entwickelte Cuticula, da das verdunstete Wasser leicht durch die Bodenfeuchtigkeit wieder aufgenommen wird. — Dementsprechend haben auch die *Hamamelidaceae* eine wohl auf ihre verschiedenen Standorte zurückzuführende verschiedene Ausbildung der Cuticula. So zeigen die in den Wäldern Nordamerikas vorkommenden *Hamamelis*- und *Liquidambar*-Arten eine sehr dünne Cuticula, die auch dem in Kleinasien vorkommenden *Liquidambar* eigen ist, während die demselben so nahe verwandte, in Ostindien, China und dem malayischen Archipel einheimische *Altingia* dem heißeren und trocknen Klima durch eine bedeutend stärker entwickelte Cuticula angepasst ist. Die stärkste Entwickelung der Cuticula findet sich bei den im ostasiatischen Tropengebiete vorkommenden *Hamamelidaceae*, nämlich den Gattungen *Rhodoleia*, *Bucklandia* und *Corylopsis*, sowie bei den in Südafrika resp. Madagaskar einheimischen Gattungen *Trichocladus* und *Dicoryphe*. Die übrigen Gattungen stehen in der Ausbildung der Cuticula zwischen diesen beiden Extremen; ihre Cuticula ist nicht so stark als die von *Rhodoleia* etc., jedoch stärker als die von *Hamamelis* etc. Bei den *Hamamelidaceae* mit dünner Cuticula sehen wir auf dem Querschnitte, dass die Cuticula resp. die unter ihr liegende Außenwand der Epidermiszellen wellenförmig gebogen ist, während sie bei den Gattungen mit starker Cuticula eben ist.

Die Cuticula der Blattunterseite ist bei den meisten Gattungen bedeutend schwächer als die der Oberseite. Ausnahmen hiervon machen die Gattungen *Sycopsis*, *Trichocladus* und *Rhodoleia*, deren Cuticula auf Ober- und Unterseite des Blattes gleich stark entwickelt ist. Auch ist bei den letzteren beiden Gattungen die Cuticula der Blattunterseite stark wellenförmig gebogen, während sie bei den übrigen Gattungen eben ist (selbst bei *Hamamelis* und *Liquidambar*, deren oberseitige Cuticula doch ebenfalls wellenförmig gebogen ist). Auf der Oberflächenansicht ist die Cuticula glatt, ohne irgend welche Streifen oder Falten.

b. Eigentliche Epidermis.

Die Epidermis, welche mit der sie bedeckenden Cuticula den Hauptschutz der Pflanzen gegen äußere schädliche Einflüsse bildet, zeigt bei den Laubblättern der *Hamamelidaceae* nicht unbedeutende Verschiedenheiten. Von vorneherein will ich bemerken, dass die Epidermis der Blattoberseite bei dieser Familie durchweg anders gebildet ist, als die der Blattunterseite, und zwar sind die Zellen der letzteren immer kleiner und mit dünneren Außenwandungen versehen, wie ja auch die Cuticula hier meist eine dünnere ist. Der Grund dieser verschiedenen Ausbildung der Epidermis

resp. Cuticula liegt darin, dass die Zellen der Blattoberseite, die stärker von der Sonne beschienen werden, der stärkeren Transpiration auch eine größere Widerstandsfähigkeit entgegensetzen müssen. Ich werde im folgenden die Epidermis der Blattunterseite nur dann erwähnen, wenn sie durch andere Merkmale als durch geringere Größe ihrer Zellen von der Epidermis der Blattoberseite unterschieden ist.

Bei Betrachtung des anatomischen Baues der Epidermis ist zweierlei zu berücksichtigen; erstens die Gestalt der Epidermiszellen auf dem Blattquerschnitte (Radialschnitt), zweitens die Oberflächenansicht der Epidermis. Beide Betrachtungen führen zu wichtigen Unterscheidungsmerkmalen. Die Gestalt der Epidermis auf Radialschnitten zeigt häufig Verschiedenheiten in der Größe der einzelnen Zellen, in der ein- oder mehrschichtigen Lage derselben, sowie in der mehr oder weniger starken Dickwandigkeit der Zellmembranen. Auch Anpassungserscheinungen an gewisse Nebenfunctionen (Ausbildung von Wassergewebe) kommen zuweilen in Betracht. In Rücksicht auf diese Merkmale lassen sich bei den *Hamamelidaceae* fünf Typen von Epidermis unterscheiden:

1. Die Epidermis der Blattoberseite ist zweischichtig. Beide Schichten bestehen aus langgestreckten, nicht sehr hohen Zellen; die Zellen der äußeren Schicht sind flacher als die der inneren. Die Wände zwischen diesen beiden Zellschichten sind sehr stark verdickt; dasselbe ist der Fall mit den Seiten- und Innenwänden. Die Blattunterseite besitzt eine einschichtige Epidermis, deren Seiten- und Innenwände aber auch stark verdickt sind, so dass das ganze Mesophyll durch die starre Epidermis wie in einem festen Gehäuse eingeschlossen ist. Der einzige Vertreter dieses Typus ist *Altingia* (Fig. 1), welche sich hierdurch leicht von *Liquidambar* unterscheidet. Der Grund der Ausbildung einer stärkeren Epidermis bei *Altingia* ist wohl in klimatischen Verhältnissen zu suchen. Das heißere Klima, in welchem *Altingia* einheimisch, stellt höhere Anforderungen an die Epidermis als hauptsächlichsten Schutz gegen zu schnelle Transspiration. Zugleich erfüllt die zweischichtige Epidermis mit ihren starken Wandungen in höherem Maße den Zweck, das Blatt gegen radial wirkende Zugkräfte zu schützen.

Eine eigentümliche Erscheinung will ich hier erwähnen, die mir am Blatte der untersuchten *Altingia excelsa* Nor. auffiel; es ist dies die Bildung von Kork an circumscripten Stellen der Blattober- und -unterseite. Zuerst war ich im Zweifel, wofür die dunkelbraunen Erhöhungen der Epidermis, die durch Maceration in Eau de Javelle nicht zu erhellen waren, zu halten seien; erst durch längere Einwirkung von frisch bereitetem Chlorwasser wurden diese Stellen entfärbt und die Structur der flachen tafelförmigen Korkzellen trat deutlich hervor (Fig. 1). Die Entstehung dieses Blattkorkes scheint in der Epidermis stattzufinden und liegen die Korkzellen in 3 bis 10 Schichten übereinander. Das Palissadenparenchym ist unterhalb dieses

Korkes verdrängt und an Stelle desselben ein collenchymatisches Gewebe getreten, ähnlich dem collenchymatischen Grundgewebe unterhalb des Stammkorkes. — Leider stand mir nur ein kleiner Teil eines einzigen Blattes zur Verfügung, so dass ich weder die Entstehung dieses Korkes genau feststellen noch entscheiden konnte, ob die Bildung desselben typisch für die Art, oder ob sie nur individuell ist, vielleicht durch äußere Einflüsse (Verwundungen etc.) hervorgerufen. *Altingia chinensis*, die genau denselben Blattbau hat wie *Altingia excelsa*, zeigt diese Korkbildung nicht.

2. Die Epidermis ist einschichtig, einige Zellen derselben übernehmen die Function eines Wassergewebes (*Rhodoleia*). — Es finden sich an demselben Blatte zwei Arten von Epidermiszellen, die durch ihre Größe unterschieden sind. Die kleineren sind ungefähr ebenso hoch als breit mit starken Außenwänden und dünnen Seiten- und Innenwänden; die größeren sind bedeutend höher als breit und übertreffen an Rauminhalt die ersteren um das dreifache (Fig. 2). Diese größeren Zellen liegen fast immer einzeln (selten stoßen zwei aneinander) und werden von einem Kranz von 6 bis 8 der kleineren Epidermiszellen umgeben. Ihre dünnen und zarten Wandungen wölben sich glockenartig in das Palissadenparenchym; und da sie bei Wasserentziehung (durch Zusatz von reinem Alkohol zu dem Präparate) eine bedeutende Collabescenz zeigen, ist ihre Function als Wassergewebe unzweifelhaft (Westermaier, l. c. XIV. 79). Namentlich schön ausgebildet zeigt dies Wassergewebe die auf Hongkong einheimische *Rhodoleia Championi*; die auf Sumatra vorkommende *Rhodol. Teysmanni* besitzt dieses Wassergewebe ebenfalls, nur sind die Zellen desselben nicht viel größer (ungefähr 1 $^1/_2$mal), als die übrigen Epidermiszellen. Ich möchte daher die letztere Art als die phylogenetisch ältere bezeichnen, da das Wassergewebe hier noch nicht zu einer solchen Vollkommenheit gelangt ist, wie bei der ersteren. Die Epidermis der morphologischen Blattunterseite zeigt die Bildung dieses Wassergewebes nicht, sie wird aus Zellen gebildet, die nicht so hoch als breit sind; ihre Seiten- und Innenwände sind dünn, die Außenwände stark cuticularisiert und wellenförmig gebogen.

Die drei letzten Typen der Epidermis richten sich nach Höhe und Breite der einzelnen Zellen; die Epidermis ist immer einschichtig.

3. Die Epidermiszellen der Blattoberseite sind ebenso hoch oder wenig höher als breit. Einziger Vertreter dieses Typus ist *Bucklandia*. Die Außenwände sind stark cuticularisiert, die Innenwände dünnwandig; die Seitenwände sind nur nach der Innenwand zu dünnwandig, nach der Außenwand zu gehen sie in eine keilförmige Verdickung über. Durch diese Verdickung wird eine Aussteifung der Epidermis herbeigeführt, welche ein gänzliches Collabieren der nach Westermaier als peripheres Wasserversorgungssystem dienenden Epidermiszellen verhindert. Die Zellen der unteren Epidermis sind kleiner als die der oberen und

von unregelmäßiger Größe; meist haben sie eine nahezu quadratische Gestalt.

4. Die Epidermiszellen sind weit, aber nicht so hoch als breit. Wir können hier zwei Unterschiede machen: die Seiten- und Innenwände der Zellen sind entweder sehr dünn (*Corylopsis*) oder sie sind beide verdickt und zwar in demselben Maße als die Außenwände (*Loropetalum*). Bei beiden Gattungen sind die Innen- und Seitenwände der Epidermis der Blattunterseite dünnwandig.

5. Die Epidermiszellen sind langgestreckt, ungefähr 2 bis 3 mal so breit als hoch. Die Außenwände dieser Zellen sind ebenfalls verschieden ausgebildet. Wir können unterscheiden:

a. mit stark verdickten Außenwänden: *Eustigma*, *Trichocladus*, *Dicoryphe*, *Parrotia*, *Distylium*, *Sycopsis* und *Liquidambar formosana*. Von diesen zeigen die Epidermiszellen von *Eustigma* insofern eine Verschiedenheit, als die Seiten- und namentlich die Innenwände, die bei den übrigen Arten immer dünn sind, hier eine ziemliche Stärke erreichen.

b. mit dünnen Außenwänden: *Hamamelis*, *Fothergilla*, *Liquidambar orientalis* und *styraciflua*. Bei *Liquidamb. formosana* macht sich der klimatische Einfluss auf die Ausbildung der Epidermis deutlich geltend. Als eine in den Tropen vorkommende Art ist sie von den im gemäßigten Klima einheimischen Arten durch eine stärkere, dem wärmeren Klima angepasste Epidermis unterschieden.

Die Oberflächenansicht der Epidermis zeigt ebenfalls einige Verschiedenheiten. Es lassen sich zwei Arten von Zellen unterscheiden, nämlich polygonale (5 bis 6eckige) und wellenförmig gewundene. An demselben Blatte findet sich gewöhnlich nur die eine Art dieser Zellen; so haben *Rhodoleia* und *Bucklandia* auf der Blattober- wie -unterseite polygonale Zellen, die meisten übrigen Gattungen auf beiden Blattseiten wellenförmig gewundene Zellen. Eine Vereinigung beider Zellformen auf demselben Blatte treffen wir bei *Dicoryphe* und *Sycopsis*. Hier wird nämlich die Blattoberseite aus polygonalen, die Unterseite aus wellenförmig gewundenen Zellen gebildet. Beide Gattungen bilden demnach, was Ausbildung der Epidermis anbetrifft, einen Übergang zwischen *Rhodoleia*—*Bucklandia* und den übrigen Gattungen. Übrigens will ich bemerken, dass die polygonalen Zellen der Blattoberseite von *Dicoryphe* und *Sycopsis* namentlich an den Blatträndern nach und nach in die wellenförmig gewundenen übergehen, somit die für *Rhodoleia* und *Bucklandia* charakteristische Regelmäßigkeit in ihrer Ausbildung entbehren.

c. Haargebilde.

Haargebilde finden sich nur an den Blättern von 4 untersuchten Gattungen, nämlich *Trichocladus*, *Loropetalum*, *Fothergilla* und *Parrotia*.

Alle übrigen untersuchten Gattungen haben völlig kahle Blätter. *Eustigma* hat nach BENTHAM-HOOKER an den Blattstielen Sternhaare, die Blattfläche ist kahl. Von den 4 nicht untersuchten Gattungen *Myrothamnus*, *Disanthus*, *Tetrathyrium* und *Maingaya* werden die ersten drei von OLIVER (l. c.) resp. BENTHAM-HOOKER (l. c.) als kahle Bäume oder Sträucher angegeben, die letzte von HOOKER (l. c.) als kahler Baum, dessen Blattstiele und Kelch mit Sternhaaren besetzt sind. Die Blattflächen sind demnach auch bei diesen Gattungen nicht behaart.

Die Haare der vier oben erwähnten Gattungen sind sehr übereinstimmend gebaut; es sind Sternhaare, welche entweder sehr vereinzelt nur an der Unterseite der Blattrippen vorkommen (*Loropetalum* und *Parrotia*) oder wie bei *Fothergilla* und *Trichocladus* auf Ober- und Unterseite des Blattes stehen. Bei *Trichocladus ellipticus* treten sie auf der Unterseite des Blattes so zahlreich auf, dass sie dieselbe mit einem dichten Haarfilz bekleiden. Die Gestalt der Sternhaare ist folgende: Der Fuß des Haares ist in die Epidermis eingesenkt und in derselben schon aus 4—8 Zellen bestehend, von denen jede nach außen in einen Strahl des Sternes auswächst, so dass jeder Strahl eine Zelle für sich bildet. Die Wandungen dieser Strahlenzellen sind meist stark verdickt, zuweilen bis zum Schwinden des Lumens. Bei der Entstehung der Haare macht sich ein kleiner Unterschied geltend. Die Sternhaare der Blattoberseite entwickeln sich bei *Fothergilla* und *Trichocladus* auf folgende Weise: Eine Epidermiszelle teilt sich durch eine Tangentialwand (parallel der Blattoberfläche) in eine äußere und eine innere Zelle; aus der äußeren werden durch Radialwände 4 bis 8 Zellen gebildet, deren Außenwandungen haarförmig auswachsen und je einen Strahl des Sternhaares bilden. Die innere Zelle teilt sich ebenfalls durch Radialwände und bildet unter dem Sternhaare eine neue Lage von Epidermiszellen, die zugleich dem Fuße des Sternhaares als eine feste Stütze dienen. Aus der in Fig. 5 abgebildeten Lage und Anordnung der das Sternhaar von *Fothergilla* bildenden Zellen geht diese Entstehung deutlich hervor. Anders verhält es sich mit der Entwickelung des Sternhaares auf der Blattunterseite. Hier bilden sich durch Radialwände aus einer Epidermiszelle ebenfalls die einzelnen Strahlenzellen, ohne dass jedoch durch eine vorher auftretende Tangentialwand unter dem Sternhaar neue Epidermiszellen gebildet werden. Letztere Entstehungsweise ist bei allen vier Gattungen dieselbe. Die Sternhaare von *Parrotia* unterscheiden sich von denen der anderen Gattungen noch dadurch, dass die Wände der einzelnen Strahlen und namentlich der Fuß des Sternhaares bedeutend schwächer verdickt sind.

2. Spaltöffnungen.

Die Spaltöffnungen befinden sich bei den *Hamamelidaceae* nur auf der Unterseite der Laubblätter. Sie liegen in gleicher Ebene mit der Blattfläche und sind durchweg gleichmäßig gebaut. Auf der Oberflächenansicht zeigen

sie einen verhältnismäßig großen, ovalen Porus, der von zwei halbmondförmig gebogenen Schließzellen umgeben ist. Neben den Schließzellen befinden sich ein oder zwei Paar Nebenzellen, die durch ihre geringere Größe leicht von den sie umgebenden Epidermiszellen unterschieden werden können. Auf dem Querschnitt zeigen die Spaltöffnungen einen kleinen Vorhof, der nach außen durch stark (*Rhodoleia*) oder schwächer (*Parrotia*) ausgebildete Eisodialleisten abgegrenzt ist. Die Atemhöhle ist nicht eng begrenzt und wird durch eine der großen Lacunen des Schwammparenchyms gebildet.

Die Entstehung der Spaltöffnungen findet bei den *Hamamelidaceae* auf folgende Weise statt: Eine Epidermiszelle wird direct zur Mutterzelle der Spaltöffnung. Sie teilt sich durch eine Querwand in zwei Zellen und zwar ist diese Querwand die gemeinschaftliche Wand der beiden Schließzellen. Die beiden so gebildeten Zellen werden jedoch nicht gänzlich zu Schließzellen, sondern es wird jede durch eine der ersten parallele Wand in zwei Zellen geteilt, von denen die innere eine Schließzelle wird, die äußere zur Nebenzelle. Zuweilen findet noch eine weitere Teilung der Nebenzellen statt, indem entweder eine oder alle beide durch Auftreten einer neuen Querwand in weitere Nebenzellen zerfallen, so dass die Schließzellen häufig von 3 bis 4 Nebenzellen umgeben sind. Deutlich lässt sich diese Entwickelungsgeschichte der Spaltöffnungen bei *Parrotia persica* verfolgen (cf. Fig. 3). Da hier bei Bildung des Spaltöffnungsapparates wohl eine Teilung, nicht aber eine bemerkenswerte Vergrößerung der Epidermiszellen stattfindet, so dass der ganze Apparat mit seinen Nebenzellen nicht größer ist als eine gewöhnliche Epidermiszelle; so kann wohl angenommen werden, dass die Anlage der Spaltöffnungen erst sehr spät erfolgt. Ich schließe dies noch aus folgender Betrachtung: An dem jungen Blatte, wo entweder gar keine oder doch nur eine sehr dünne Cuticula vorhanden ist, welche eine genügende Diffusion der Gase gestattet, ist das Vorhandensein von Spaltöffnungen kein großes Bedürfnis; erst später, wenn die Cuticula stärker ausgebildet und somit eine Diffusion der Gase unmöglich gemacht wird, macht sich die Anlage der Spaltöffnungen notwendig. Die schon ausgewachsenen Epidermiszellen, die zu Spaltöffnungsmutterzellen werden, bringen nun durch Einschalten von Wänden Schließzellen und Nebenzellen hervor, ohne ihr Volumen wesentlich zu vergrößern. Bei den übrigen Gattungen findet ein Flächenwachstum des Spaltöffnungsapparates statt; die Entstehung des letzteren ist aber gleich der von *Parrotia*. — Kleine, aber unwesentliche Unterschiede finden sich auch in dem äußeren Ansehen des Spaltöffnungsapparates. So fällt *Altingia* durch seine großen Schließzellen auf. *Rhodoleia* und *Bucklandia* haben polygonale Nebenzellen, wie sie ja auch durch polygonale Epidermiszellen von den übrigen Gattungen unterschieden sind.

3. Grundgewebe.

Unter Grundgewebe der Blätter möchte ich das Blattparenchym de Bary's, sowie die aus demselben hervorgegangenen Spicularzellen besprechen. Das erstere zeigt bei den *Hamamelidaceae* im großen und ganzen eine ziemliche Übereinstimmung im anatomischen Bau; nur in der Ausbildung des Palissadenparenchyms kommen einige Verschiedenheiten vor, die sich auch für die Systematik sehr gut verwenden lassen; in noch höherem Grade ist dies bei den Spicularzellen der Fall, die an zweiter Stelle besprochen werden sollen.

a. Das Blattparenchym.

Das Blattparenchym der *Hamamelidaceae* ist durchweg nach einem Typus gebaut, den de Bary (l. c. 426) als »Zweiflächen- oder bifacialen Typus« bezeichnet. Charakteristisch für diesen Typus ist, dass eine Sonderung des Blattparenchyms in zwei differente Schichten, Palissaden- und Schwammparenchym stattfindet. Bei den *Hamamelidaceae* finden wir in der Gestalt der diese beiden Parenchyme bildenden Zellen die gewöhnlichen Unterschiede. Die Zellen des Palissadenparenchyms sind immer senkrecht zur Blattoberfläche gestreckt; sie sind bedeutend höher als breit (ungefähr 3 bis 5mal) und lassen nur wenige Lücken zwischen ihren einzelnen Elementen. Nur bei einigen Gattungen, welche sich durch ein mehrschichtiges Palissadenparenchym auszeichnen, finden wir, dass die Zellen der letzten Schicht nicht mehr so hoch sind, als die der ersten (der Epidermis anliegenden). So können wir namentlich bei *Rhodoleia* sehen, wie die Höhe der einzelnen Palissadenzellen nach der Mitte des Blattes zu bedeutend abnimmt; die oberste Palissadenschicht ist sehr hoch, die zweite ist weniger hoch, die dritte und letzte Schicht besteht aus Zellen, die fast isodiametrisch, also ebenso breit als hoch sind (Fig. 2); trotzdem ist diese letzte Schicht an dem größeren Chlorophyllgehalt und dem engeren Aneinanderschließen ihrer einzelnen Elemente immer noch deutlich als Palissadenparenchym kenntlich. — Auf dem Querschnitt zeigen die Palissadenzellen eine kreisrunde oder elliptische Gestalt. Die Wandungen der Palissadenzellen sind immer sehr dünn. — Betrachten wir auf den Blattquerschnitten das Verhältnis von Palissadenparenchym zum Schwammparenchym, so finden wir, dass bei allen *Hamamelidaceae* beide Gewebe nahezu gleich stark ausgebildet sind, d. h. dass die eine Hälfte des Blattquerschnittes vom Palissadenparenchym, die andere vom Schwammparenchym ausgefüllt wird. Nur in wenigen Fällen wiegt das eine oder das andere Gewebe vor, so bei *Rhodoleia* das Palissadenparenchym, bei *Eustigma* und *Dicoryphe* das Schwammparenchym, beide Male jedoch nur in geringem Maße. Wie schon oben angedeutet, ist das Palissadenparenchym aus einer oder aus mehreren Reihen von Palissadenzellen gebildet. Es lassen sich hiernach bei den *Hamamelidaceae* drei Typen unterscheiden:

1. Das Palissadenparenchym wird aus **einer** Reihe von Palissadenzellen gebildet. Die einzelnen Palissaden sind hier entweder sehr lang gestreckt (5mal so lang als breit), so dass sie immer noch die Hälfte des Blattdurchmessers einnehmen (*Parrotia* Fig. 4 und *Corylopsis*), oder sie sind weniger lang und treten gegenüber dem Schwammparenchym etwas zurück (*Hamamelis* Fig. 6 und *Fothergilla*).

2. Das Palissadenparenchym wird aus **zwei** Reihen Palissadenzellen gebildet. Wir finden diesen Typus bei *Liquidambar*, *Altingia* (Fig. 1), *Eustigma*, *Loropetalum*, *Distylium*, *Sycopsis*, *Trichocladus* und *Bucklandia*. Erwähnen möchte ich hier, dass der Standort auf die Ausbildung des Palissadengewebes einen bedeutenden Einfluss zu haben scheint. So fand ich im Blatte des hier im botanischen Garten kultivierten *Trichocladus crinitus* 2 Reihen Palissadenzellen, von denen die zweite (innere) aus fast isodiametrischen Zellen bestand. Ein im Heimatlande (Südafrika) gewachsenes Exemplar zeigte dagegen zwei gleich lange Schichten Palissadenzellen, denen sich häufig noch undeutlich eine dritte isodiametrische Schicht anschloss.

3. Das Palissadenparenchym ist aus **mehr als zwei** Reihen Palissadenzellen gebildet. — Wir finden diesen Typus nur bei *Rhodoleia* (Fig. 2) deutlich ausgebildet, obgleich auch *Trichocladus* Übergänge zu demselben zeigt. *Rhodoleia* hat immer drei Reihen Palissaden, zuweilen findet noch ein Übergang zu einer vierten Reihe statt. Die Palissadenzellen sind hier alle sehr schmal und nehmen an Höhe gegen die Mitte des Blattes zu ab, so dass die innerste Reihe fast isodiametrisch geworden ist. In dem sehr mächtig entwickelten Blattquerschnitte nimmt das Palissadengewebe mehr als die Hälfte des Querdurchmessers ein.

In der Ausbildung des Schwammparenchyms finden wir bei den *Hamamelidaceae* kaum einige Verschiedenheiten. Dasselbe besteht aus 3 bis 6 Reihen meist parallel zur Blattoberfläche gestreckter Zellen, die gewöhnlich durch große Zwischenräume (Lacunen) von einander getrennt sind. Auf dem Blattquerschnitte erscheinen die Schwammparenchymzellen entweder kreisrund oder elliptisch mit abgestutzten und abgerundeten Seitenwandungen. Ein richtiges Bild der Zellen bekommt man erst auf einem zur Oberfläche parallelen Schnitte. Hier zeigen die Zellen eine unregelmäßige Gestalt; sie sind flach und haben wellenförmig gewundene Wandungen. Ihre Lage, die, wie oben erwähnt, meist parallel der Oberfläche ist, kann auch eine mehr oder weniger schiefe Richtung einschlagen, in welchem Falle die Zellen die regelmäßige Anordnung in Reihen etwas vernachlässigen und wirr durcheinander geworfen erscheinen. Die Zellen des Schwammparenchyms schließen entweder fest aneinander, so dass nur wenige und kleine Lacunen gebildet werden (*Rhodoleia*) oder der Zusammenhang der einzelnen Zellen ist, wie bei allen übrigen Gattungen, ein sehr lockerer, so dass große Höhlungen entstehen, denen gegenüber die

eigentliche Masse der Zellen nur gering ausgebildet ist (*Parrotia persica*). Der großen Gleichmäßigkeit seiner Ausbildung wegen bietet das Schwammparenchym der Laubblätter der *Hamamelidaceae* keine Unterschiede, die sich systematisch verwenden ließen.

b. Spicularzellen.

Unter Spicularzellen verstehen wir die Sklerenchymfasern oder inneren Haare (DE BARY l. c. p. 230), welche im Grundgewebe von Blättern und Blattstielen vorkommen und diesen Organen als Festigungsapparate dienen. Nach WESTERMAIER (l. c.) besteht ihre Function bei den Laubblättern speciell darin, einen Schutz gegen radial wirkende Druckkräfte zu bilden. HABERLANDT bezeichnet in seiner »physiologischen Pflanzenanatomie« (p. 196) diese Spicularzellen als Säulen- oder Strebezellen, »welche Radspeichen vergleichbar sind und mit ihren fußförmig erweiterten und auch verzweigten Enden dem Markgewebe und der Epidermis sehr fest aufsitzen.« — Die Entstehung der Spicularzellen erfolgt bekanntlich durch Metamorphose einer Zelle; sie sind außer ihren stark verdickten Wandungen dadurch charakterisiert, dass sie kein Plasma, sondern nur Luft in ihrem häufig sehr engen Lumen enthalten.

Die Gestalt der Spicularzellen ist bei den *Hamamelidaceae* eine sehr verschiedene, so dass sich vier, leicht von einander zu unterscheidende Typen aufstellen lassen.

1. Die Spicularzellen sind von kurzer, knorriger Gestalt, eingebettet zwischen Palissaden- und Schwammparenchym, **aber ohne die Epidermis zu berühren**; sie sind meist dichotomisch verzweigt, die einzelnen Zweigenden in stumpfe Spitzen auslaufend. Ihre Wandungen sind sehr stark verdickt, sodass ihr Lumen fast gänzlich geschwunden ist. Immer treten sie nur in geringer Anzahl im Grundgewebe des Blattes auf. Dieser Typus ist charakteristisch für die Gattungen *Rhodoleia* (Fig. 2) und *Bucklandia*, für welche er als gutes anatomisches Unterscheidungsmerkmal dienen kann.

2. Die ebenfalls sehr dickwandigen Spicularzellen liegen mit ihren fußartigen Enden der Epidermis an. Sie gehen senkrecht oder fast senkrecht von der oberen bis zur unteren Epidermis und bilden so eine zur Festigung des Mesophylls dienende Säule. Es würde für diesen Typus der Spicularzellen die von HABERLANDT angegebene Bezeichnung Säulen- oder Strebezellen wohl die passendste sein, eine Bezeichnung, die sich, wie ich unten zeigen werde, durchaus nicht für jede Art von Spicularzellen anwenden lässt. Das Lumen der einzelnen Spicularzellen ist auch bei diesem Typus ziemlich geschwunden und sind sie ebenfalls, wie beim vorigen Typus, in knorrige, meist dichotomisch verzweigte Äste ausgewachsen. Ihr Hauptunterschied vom vorigen Typus liegt darin, dass sie immer wenigstens mit einem Ende der Epidermis

anliegen, sich also nie frei im Grundgewebe der Blätter befinden. — Wir finden diesen Typus von Spicularzellen bei *Eustigma* und *Hamamelis virginiana* (Fig. 6). Erwähnen möchte ich hier noch, dass die Spicularzellen sich immer nur an die Innenwand der Epidermiszellen anlegen, was Westermaier (l. c. p. 61) in Einklang bringt mit der Function der Epidermis als Wasserspeicher.

Nur in einem Falle, nämlich bei *Distylium indicum* (Fig. 8), konnte ich constatieren, dass die Epidermis zuweilen von den Spicularzellen durchwachsen und diese so bis an die Außenwand derselben reichten.

3. Für den dritten und eigentümlichsten Typus haben wir nur einen Vertreter, nämlich *Dicoryphe* (Fig. 7). Die Spicularzellen besitzen hier eine bedeutende Länge und kein sichtbares Lumen, so dass sie den Bastfasern der Leitbündel ganz analog gebildet sind. Sie wachsen nach allen Richtungen durch das Blatt, sind unverzweigt und treten so außerordentlich zahlreich auf, dass sie fast das ganze Grundgewebe des Blattes einzunehmen scheinen. Bei flüchtiger Betrachtung eines Blattquerschnittes könnte man meinen, das Blatt sei von Pilzhyphen durchsetzt, so ähneln diese Spicularzellen denselben. Denken wir an den oben angegebenen Zweck, den die Spicularzellen für das Blatt haben, so muss uns eine derartige Ausbildung derselben im ersten Augenblick befremden und annehmen lassen, dass diese Zellen noch einen anderen Zweck haben, als nur zur Erhöhung der Festigkeit des Blattes zu dienen. Dies ist jedoch nicht der Fall, denn es ist leicht erklärlich, dass sowohl durch die Masse, in der diese Spicularzellen auftreten, als auch durch das pilzhyphenähnliche Verflechten ihrer einzelnen Elemente die Widerstandsfähigkeit gegen radial wirkende Druckkräfte in demselben Maße gefördert wird, als wenn nur wenige, senkrecht zur Blattfläche orientierte Spicularzellen vorhanden wären. Bei den vorigen Typen wird mit geringerem Materialaufwand, aber zweckentsprechenderem Bau derselbe Effect erreicht, wie bei diesem Typus, bei welchem ein erheblich reicheres Material erzeugt wird. Ich habe auch immer gefunden, dass die Spicularzellen in um so geringerer Anzahl im Blatte vorkommen, je senkrechter sie zur Blattfläche gestellt sind. Für diesen Typus wäre der Ausdruck Haberlandt's »Säulen- oder Strebezellen« wohl kaum anzuwenden, da sie, wenn auch nicht in Wirkung, so doch in Gestalt zu sehr von dem Begriff einer Säule oder eines Strebepfeilers abweichen.

4. Den vierten und letzten Typus der Spicularzellen finden wir bei folgenden Gattungen: *Distylium* (Fig. 8), *Loropetalum* und *Sycopsis*. Dieser Typus ist von den drei vorhergehenden hauptsächlich dadurch unterschieden, dass die Wandungen der Spicularzellen nicht so stark verdickt sind und daher immer ein deutliches und ziemlich ansehnliches Lumen vorhanden ist. Diese Spicularzellen sind einfach oder dichotomisch verzweigt und gehen entweder in mehr oder

weniger schräger Richtung von der oberen bis zur unteren Epidermis (meist bei *Sycopsis*), oder sie biegen, wie bei *Distylium* und *Loropetalum*, in die Leitbündel ein. Letztere Erscheinung treffen wir bei den vorigen drei Typen nie; die Spicularzellen befinden sich dort immer unabhängig von den Leitbündeln im Grundgewebe des Blattes. Man könnte vielleicht annehmen, dass diese, in die Leitbündel einbiegenden Spicularzellen keine eigentlichen Spicularzellen seien, sondern nur Ausbiegungen einiger Elemente des Bastfaserbelegs der Leitbündel. Dem widerspricht jedoch das Aussehen dieser Zellen, die sich durch ihre dünneren Wandungen sofort von den stark verdickten Bastfasern unterscheiden. Dass wirklich Auszweigungen des Bastfaserbelegs der Leitbündel resp. Lostrennen vereinzelter Bastfasern und Einwachsen derselben in das Grundgewebe des Blattes vorkommen, konnte ich bei *Trichocladus ellipticus* constatieren. Ich glaubte im ersten Augenblicke, auch hier Spicularzellen vor mir zu haben, sah aber an dem völlig gleichen Bau der vermeintlichen Spicularzellen mit den Bastfasern, sowie daran, dass diese Fasern nur ein kurzes Stück in das Grundgewebe des Blattes hineinragten, nie aber die Epidermis erreichten, dass ich nur Ausbiegungen einiger Bastfasern vor mir hatte. Die andere Art, *Trichocladus crinitus*, zeigte diese Erscheinung nicht, dagegen fand ich hier eine außerordentlich reiche Verzweigung der Leitbündel, welche genügend für Festigung des Blattes sorgt und daher die Ausbildung besonderer Festigungseinrichtungen, wie Spicularzellen, unnötig macht. Kehren wir zu Typus 4 unserer Spicularzellen zurück. Zuweilen kommt es vor, dass das an die Epidermis reichende Fußende dieser Spicularzellen eine größere Strecke der Epidermis entlang wächst und auf diese Weise eine Verstärkung derselben bildet, welche wir als Randbast bezeichnen können. Dass dieser Randbast außerordentlich zur Steifigkeit der Epidermis beitragen muss, ist leicht erklärlich; wir finden denselben in ganz ausgesprochener Weise bei *Distylium* (Fig. 8).

Es kann wohl kaum zweifelhaft sein, dass das Vorhandensein von Spicularzellen resp. die Gestalt derselben zur Charakteristik der Gattungen und Arten verwandt werden kann, dagegen glaube ich mich nach meinen Untersuchungen zu der Behauptung berechtigt, dass die Spicularzellen als wichtiges Einteilungsmerkmal für die natürliche systematische Gruppierung nicht angesehen werden können. Ich schließe dies aus folgender Betrachtung: In der Familie der *Hamamelidaceae*, die doch im Allgemeinen nicht sehr viele Gattungen umfasst, finden wir teils Gattungen mit Spicularzellen, teils Gattungen ohne dieselben. Wir finden, dass von morphologisch und anatomisch nahe verwandten und daher im System neben einander stehenden Gattungen (wie *Loropetalum*—*Fothergilla*; *Dicoryphe*—*Trichocladus*) die eine Spicularzellen hat, bei der anderen dieselben fehlen; hingegen zwei, im System entfernter stehende Gattungen (*Hamamelis* und *Eustigma*) genau denselben Bau der Spicularzellen zeigen. Ja,

sogar in derselben Gattung können Verschiedenheiten eintreten; so ist von der Gattung *Hamamelis* die eine Art (*H. virginiana*) mit deutlich ausgebildeten Spicularzellen versehen, während dieselben bei der anderen Art *H. japonica*) vollständig fehlen.

Anderseits ist nicht zu verkennen, dass auch eine gewisse Übereinstimmung im Vorkommen und in der Gestalt der Spicularzellen bei nahe verwandten Gattungen herrschen kann. So haben *Rhodoleia* und *Bucklandia*, die, wie wir später sehen werden, als eigene Unterfamilie aufgefasst werden können, Spicularzellen von ganz gleicher Gestalt (Typus 1), während *Altingia* und *Liquidambar*, die anatomisch wie morphologisch sehr nahe verwandt sind, sich durch das gänzliche Fehlen von Spicularzellen auszeichnen.

Zum Schlusse dieses Abschnittes will ich noch die Bemerkung machen, dass nicht nur, wie de Bary (l. c. p. 137) angiebt, »derbe, lederartige Laubblätter« diese Spicularzellen führen, sondern dieselben auch in verhältnismäßig sehr dünnen Blättern vorkommen können, wie ihr Auftreten bei *Hamamelis virginica* beweist.

4. Leitbündel.

Die Leitbündel der Laubblätter zeigen im Bau und in der Anordnung ihrer Elemente häufig Verschiedenheiten, die sehr wohl zur Charakteristik von Arten und Gattungen, ja selbst größerer Gruppen oder Familien dienen können. — Ein vollständiges oder zusammengesetztes Leitbündel besteht aus folgenden Teilen: Bast, Leptom, Hadrom, Libriform und der Parenchymscheide; die Anordnung dieser Teile ist im Laubblatte in den meisten Fällen derart, dass am nächsten der oberen Epidermis sich das Libriform befindet; es folgen hierauf nach der unteren Epidermis zu: Hadrom, Leptom und Bast. Das Ganze wird von der Parenchymscheide (Stärke- oder Zuckerscheide) umschlossen.

Da die Ausbildung dieser einzelnen Elemente, die Lage derselben, sowie die des ganzen Leitbündels eine verschiedene sein kann, so hat man bei Betrachtung der Leitbündel in erster Linie folgende drei Punkte zu berücksichtigen:

1. Sind im Leitbündel alle oben angegebenen Teile vorhanden, oder fehlen einige, resp. sind sie den anderen gegenüber in bedeutend schwächerem Maße entwickelt?

2. Ist die Lagerung der einzelnen Teile im Leitbündel immer die oben angegebene?

3. Nehmen die Leitbündel den ganzen Blattquerschnitt ein, d. h. reichen sie von der oberen Epidermis bis zur unteren oder sind sie rings von Blattparenchym umschlossen?

Was den ersten Punkt unserer Fragestellung betrifft, so finden wir bei den *Hamamelidaceae* folgende Eigentümlichkeiten. Die Parenchymscheide

der Leitbündel bildet nie einen das Leitbündel völlig einschließenden Ring, sondern wird immer, häufig auf weite Strecken, von Bastfasern oder collenchymatischem Gewebe unterbrochen. Ein anderer Bestandteil, der manchen Gattungen fehlt, ist das Libriform. In erster Linie sind es die später zu besprechenden concentrischen Leitbündel, die wegen der Anordnung ihrer einzelnen Elemente überhaupt kein Libriform bilden können. Dann aber zeigen auch die collateralen Bündel bei einigen Gattungen kein Libriform. So fehlt dasselbe immer den Gattungen *Rhodoleia* und *Bucklandia*, ebenso *Corylopsis*, *Dicoryphe* und *Trichocladus*. Auch in der Beschaffenheit der einzelnen Elemente des Libriforms stoßen wir auf einige Verschiedenheiten. Im allgemeinen sind die Libriformzellen ganz analog den Bastzellen gebildet; im Grunde ist dies nicht zu verwundern, da sich Libriform und Bast bekanntlich nur durch ihre topographische Lagerung von einander unterscheiden; diese Analogie in der Ausbildung von Bast und Libriform findet sich bei *Sycopsis*. Andere Gattungen (*Eustigma*, *Fothergilla* und *Parrotia*) zeigen aber sofort ins Auge fallende Unterschiede; die einzelnen Libriformzellen haben hier einen größeren Querdurchmesser und schwächer verdickte Wände als die Bastzellen.

Wichtiger als das Vorhandensein oder Fehlen des Libriforms scheint mir die Ausbildung des Bastes zu sein. Wir finden bei den Gattungen *Hamamelis*, *Dicoryphe*, *Corylopsis*, *Trichocladus*, *Eustigma*, *Loropetalum*, *Fothergilla*, *Parrotia*, *Distylium* und *Sycopsis* durchweg einen mächtig ausgebildeten Bast, der bei concentrischem Bau der Leitbündel dieselben vollständig einschließt (*Hamamelis*), bei collateralen Bündeln hufeisenförmig oder halbmondförmig den Leptomteil umgiebt. Die einzelnen Bastfasern sind so dickwandig, dass ihr Lumen fast verschwindet; sie liegen in 4 bis 6 Reihen eng an einander und zeigen auf dem Querschnitt eine mehr polygonale als runde Gestalt. Dem gegenüber zeichnen sich die Gattungen *Altingia*, *Liquidambar*, *Rhodoleia* und *Bucklandia* durch eine sehr geringe Ausbildung des Bastes oder durch völliges Fehlen desselben aus. Den ersten Gattungen am nächsten in der Ausbildung des Bastes kommt die Gattung *Rhodoleia*. Hier sind noch Bastfasern von der für die ersteren Gattungen angegebenen Gestalt vorhanden; sie treten jedoch nur ganz vereinzelt zu 2 oder 3 zusammenliegend in einem collenchymatischen Gewebe auf, das die Leitbündel an Stelle der Bastfasern umgiebt. Auch *Altingia* und *Liquidambar* haben noch Bastfasern, jedoch sind die Wandungen derselben nur sehr schwach verdickt, so dass sich diese mechanischen Zellen fast nur durch ihre Größe vom Leptom äußerlich unterscheiden. Bei der Gattung *Bucklandia* schließlich fehlt der Bast vollständig. Ich halte diese constante verschiedenartige Ausbildung des Bastes für ein gutes anatomisches Unterscheidungsmerkmal zwischen den später aufgestellten Gruppen. — Leptom und Hadrom sind durchweg gleichmäßig ausgebildet und zeigen keine Verschiedenheiten. — Nach der Lage der einzelnen Bestandteile im Leitbündel

werden drei Arten Leitbündel unterschieden; nämlich concentrische, collaterale und radiale, von welchen die letztere Art hier nicht in Betracht kommt. Die concentrischen Bündel haben ein centrales Hadrom; dieses wird ringförmig umschlossen vom Leptom, das seinerseits wieder von Hartbast resp. collenchymatischem Gewebe und der Parenchymscheide eingeschlossen wird. Beim collateralen Bündel finden wir die am Anfange dieses Abschnittes angegebene Anordnung der einzelnen Bestandteile. — Beide Arten von Leitbündeln sind bei den *Hamamelidaceae* vertreten. — Concentrische Bündel haben in ausgeprägter Weise die Gattungen *Altingia*, *Liquidambar* und *Hamamelis*. Auch die Leitbündel von *Trichocladus* und *Distylium* könnte man concentrisch nennen; da jedoch das Leptom keinen ganz vollständigen Ring um das Hadrom bildet, sondern an ein oder zwei Stellen von vereinzelten Bastfasern unterbrochen wird, will ich diese Leitbündel lieber zu den collateralen stellen. Eigentlich bilden sie einen Übergang von den concentrischen zu den collateralen Bündeln. Haberlandt (l. c. p. 232) führt an, dass das concentrische Bündel das primärste und von demselben das collaterale resp. bicollaterale abzuleiten sei. Es ist erklärlich, dass beim Einwachsen des Bastes in das concentrische Leptom schließlich eine vollständige Trennung desselben erfolgen muss. Wachsen Bastfasern von zwei Seiten in das Leptom ein, so haben wir einen oberen und einen unteren Leptomteil und so ein bicollaterales Bündel. Wächst der Bastteil nur von einer, der oberen Seite in das Leptom, so wird dasselbe wie durch einen Keil auseinandergetrieben und wir haben das collaterale Bündel. Da die concentrischen Bündel die ursprünglichsten sind, müssen auch die durch dieselben ausgezeichneten Gattungen die phylogenetisch ältesten sein, in genetischer Reihenfolge daher zuerst *Altingia*, *Liquidambar*, *Hamamelis*, dann *Trichocladus* und *Distylium* und schließlich die übrigen Gattungen entstanden sein. Charakteristisch für *Altingia* und *Liquidambar* ist der centrale Balsamgang, der den Mittelpunkt des Leitbündels bildet (Fig. 9); ich werde denselben bei der Anatomie des Stammes näher besprechen.

Alle übrigen Gattungen zeigen eine gleichmäßige collaterale Anordnung der Leitbündelteile. Das Leptom liegt immer halbmond- oder sichelförmig um das Hadrom, ebenso die Bastfasern, wo dieselben vorhanden. Über dem Hadrom nach der oberen Epidermis zu befindet sich dann Libriform oder collenchymatisches Grundgewebe.

Als dritten und letzten Punkt haben wir die Lage des Leitbündels im Mesophyll des Blattes zu betrachten. Es können hier, wie schon Breitfeld (Über den Blattbau der Rhododendreen« in Engler's Botan. Jahrbücher IX. 335) erwähnt, zwei Fälle eintreten. Entweder liegen die Leitbündel im Mesophyll, ohne die Epidermis zu berühren (eingebettete Leitbündel) oder sie stehen durch ein collenchymatisches Gewebe mit der Epidermis in Verbindung (»durchgehende Leitbündel«). Eingebettete Leitbündel finden wir

nur bei den Gattungen *Trichocladus*, *Dicoryphe* und *Eustigma*, alle übrigen haben durchgehende Bündel. Die collenchymatische Schicht, durch welche letztere mit der Epidermis verbunden sind, dient zugleich als Verstärkung der Epidermis und ist daher als ein Hypoderm aufzufassen. Dieses Hypoderm ist am stärksten direkt unter der Epidermis entwickelt, deren Zellen selbst stark collenchymatisch verdickt sind. Gegen die Leitbündel hin nimmt die Stärke der collenchymatischen Verdickung ab, so dass die direkt an das Bündel stoßenden Zellen nur noch schwach collenchymatischen Charakter haben. Bei den collateralen Bündeln dringt das Collenchym häufig bis in das Innere des Hadroms, welches dann die Gestalt eines Hufeisens erhält (*Bucklandia* und *Fothergilla*). Auch bei den eingebetteten Bündeln von *Trichocladus* findet die Bildung dieses Hypoderms statt, dasselbe besteht hier nur aus einer oder höchstens zwei Schichten collenchymatischer Zellen, welche sich an die collenchymatische Epidermis anschließen; es folgt hierauf eine Schicht nicht sehr hoher Palissadenzellen und dann die Parenchymscheide.

5. Krystalleinschlüsse.

Schon durch die Arbeit von Niedenzu »Über den anatomischen Bau der Laubblätter der *Arbutoideae* und *Vaccinioideae*« aufmerksam gemacht auf die ev. Verwendbarkeit der verschiedenen, in den Laubblättern vorkommenden Krystallformen zu systematischen Zwecken, lenkte ich von vornherein meine Aufmerksamkeit auf diesen Gegenstand. Um das Resultat meiner Untersuchungen vorweg zu nehmen, bin ich zu der Überzeugung gekommen, dass sich auf Grund der Krystalleinschlüsse der Laubblätter sehr gut Gruppen aufstellen lassen, die auch unter Berücksichtigung anderer Merkmale haltbar sind. So fand ich bei denjenigen *Hamamelidaceae*, die morphologisch durch das Vorhandensein von zwei bis zahlreichen Samenanlagen in den Ovarfächern ausgezeichnet sind, im Grundgewebe der Laubblätter nur Krystalldrusen, während die *Hamamelidaceae* mit einsamigen Ovarfächern ausschließlich Einzelkrystalle im Mesophyll besitzen. Bemerken will ich hier gleich, dass ich mich bei meinen Untersuchungen nur nach denjenigen Krystallformen gerichtet habe, die im Grundgewebe der Blätter vorkommen. Bei einigen Gattungen finden sich nämlich den Leitbündeln angelagert ab und zu andere Krystalle als im Grundgewebe; so treten bei *Altingia* und *Liquidambar formosana* an den Leitbündeln neben den Krystalldrusen zuweilen kleine Einzelkrystalle auf; ebenso finden sich bei *Hamamelis* und *Corylopsis* zuweilen, wenn auch sehr selten, einige wenige Drusen neben den sehr zahlreichen und meist sehr großen Einzelkrystallen. Ich glaube dies aber um so eher unberücksichtigt lassen zu können, als diese nicht »typischen« Krystallformen nicht im Grundgewebe des Blattes, sondern nur an den Leitbündeln vorkommen, dann aber auch ihr Auftreten den übrigen typischen Krystallen gegenüber ein so vereinzeltes ist, dass

sie in manchen Querschnitten gar nicht aufzufinden sind. Nach DE BARY (l. c. p. 149) ist »die Form der Krystallschläuche und der Krystalle in ihnen für manche Abteilungen, Familien, Arten charakteristisch;« »jedoch,« fügt er hinzu, »lassen sich allgemeine ausnahmslose Regeln nicht aufstellen.« Berücksichtigen wir nur die Krystallformen im Grundgewebe der Laubblätter, so ist die letztere Einschränkung des angegebenen Satzes für die Familie der *Hamamelidaceae* nicht zutreffend, wohl findet sie aber, wie ich weiter unten zeigen werde, bei den Krystallbildungen im Stamme ihre Bestätigung. Auch GULLIVER kommt nach seinen umfangreichen Untersuchungen (l. c. XI bis XVI) zu dem Schlusse, dass das Vorkommen der Krystalle für »Ordnungen« sehr charakteristisch sei und bei der anatomischen Beschreibung nicht fehlen solle. So führt er als Beispiel für den Wert des Vorkommens von Krystallen (Raphiden) an, dass man nach ihrem Vorkommen allein schon die beiden Unterfamilien der *Liliaceae*, die *Hemerocallideae* von den *Tulipeae* unterscheiden könne.

(»As an example of the value of the raphidian character J have always found it easy, to distinguish by it in minute fragments a plant of *Hemerocallideae* from one of *Tulipeae*.«

Die Krystalldrusen sind immer von morgensternähnlicher Gestalt und kommen einzeln in den meist durch ihre Größe ausgezeichneten Zellen vor, liegen also nie in Schläuchen. Sie finden sich bei *Rhodoleia* und *Bucklandia* nur in geringer Anzahl, bei *Liquidambar* in größeren Mengen. Ihre Lage ist fast durchweg im Schwammparenchym, nur bei *Altingia* (selten bei *Rhodoleia*) finden sie sich außerdem noch im Palissadenparenchym.

Die Einzelkrystalle gehören durchweg dem klinorhombischen System an; es sind Hendyoeder, die ebenfalls einzeln in den gewöhnlich sehr voluminösen Zellen liegen. (Den Leitbündeln anliegend können jedoch auch Schläuche [Kammerschläuche] auftreten; so finden wir dieselben bei *Parrotia persica*). Diese Einzelkrystalle sind entweder klein, wie bei *Hamamelis* (Fig. 6), *Distylium* (Fig. 8), *Eustigma* und *Sycopsis*, oder sehr groß, zuweilen von solchem Umfange, dass sie mehr als den halben Durchmesser des Blattquerschnittes einnehmen (*Parrotia* [Fig. 4], *Trichocladus*, *Corylopsis*). Ihre Lage ist eine verschiedene. Meist befinden sie sich im Palissadenparenchym und ragen bei den größten Formen weit in das Schwammparenchym hinein. Bei *Loropetalum* liegen sie dicht an der oberen Epidermis und sind die sie einschließenden Zellen häufig in die anstoßende Epidermiszelle hineingewachsen. Bei *Hamamelis* und *Distylium* kommen sie im Palissaden- und Schwammparenchym vor, während sie bei *Eustigma* und *Sycopsis* sich nur im Schwammparenchym befinden. Letztere Gattungen haben, wie schon oben erwähnt, nur kleine Einzelkrystalle und ist es auffallend, dass die so mächtigen Krystalle der übrigen Gattungen nur im Palissadenparenchym vorkommen. Erwähnen will ich noch, dass alle Zellen, welche Krystallbildungen (seien es Drusen oder Einzelkrystalle) einschließen, immer mit dünnen, nie sklerenchymatisch verdickten Wänden

versehen sind. Es trifft hier somit der Ausspruch MÖLLER's (l. c. p. 433), dass »wohl ausgebildete Einzelkrystalle vorwiegend in sklerotischen Zellen vorkommen«, durchaus nicht zu. Ich kann hier nur dem Ausspruche HABERLANDT's (l. c. p. 338), dass »die specifische Constitution des Plasmas der betreffenden Pflanzenarten für die Ausbildungsweise der Kalkoxalatkrystalle — ob als Einzelkrystalle, als Raphidenbündel etc. — entscheidend sei«, vollständig beipflichten, demnach also die Bedeutung der osmotischen Vorgänge bei Bildung der Krystalle nur für eine untergeordnete halten. Nehmen wir nun an, dass die specifische Constitution des Plasmas bei derselben Gattung oder Art constant ist, so kann die betreffende Pflanze auch nur eine bestimmte Art von Krystallformen bilden. Dies vorausgesetzt, muss die Krystallform ein gutes Unterscheidungsmerkmal für einzelne Arten, Gattungen oder Gruppen bilden, was bei den *Hamamelidaceae* auch völlig zutrifft.

II. Anatomie des Stammes.

1. Periderm.

Das Periderm der *Hamamelidaceae* ist durchweg ziemlich stark entwickelt. Seine Bildung beginnt in den meisten Fällen schon sehr frühzeitig in den ganz jungen Zweigen. Von den untersuchten Gattungen machen nur *Rhodoleia* und *Bucklandia* eine Ausnahme; bei diesen fängt nämlich die Peridermbildung erst an, nachdem der Zweig schon eine gewisse Stärke erreicht hat. Dafür ist aber bei diesen beiden Gattungen die Epidermis der jungen Zweige mit einer außerordentlich starken Cuticula versehen, welche wohl geeignet ist, dem jungen Stengel einen genügenden Schutz zu gewähren.

Das Periderm besteht bekanntlich aus 3 Gewebearten, dem Kork, dem Phellogen und dem Phelloderm.

Der Kork ist derjenige Teil des Periderms, dessen Zellen in den Dauerzustand übergegangen sind. Die Gestalt der Korkzellen ist bei den *Hamamelidaceae* eine verschiedene; wir können unterscheiden 1) Korkzellen, die ebenso hoch als breit sind, also eine quadratische oder besser cubische Gestalt haben, 2) Korkzellen, die tafelförmig, d. h. bedeutend breiter als hoch sind. Ersterer Typus ist charakteristisch für *Parrotia*, *Distylium* und *Sycopsis*; die einzelnen Zellen sind dünnwandig und geben wegen ihrer Höhe dem Korke auf Längs- wie auf Querschnitten ein schwammiges Aussehen. Durch diese hohen Korkzellen sind die drei Gattungen leicht von den übrigen zu unterscheiden, deren Kork nach dem zweiten Typus (flache, tafelförmige Zellen) gebaut ist. Die einzelnen Zellen sind bei diesem Typus aber nicht von gleicher Größe.

Betrachten wir den Querschnitt eines mehrjährigen Zweiges, so werden wir finden, dass die gegen Ende des Vegetationsjahres entstehenden

Korkzellen immer flacher werden; im nächsten Frühjahre wird wieder Kork mit weiteren Zellen gebildet, die gegen die Zellen des Herbstkorkes sich deutlich abheben. Hierzu kommt, dass die zuerst entstandenen Zellen immer sehr dünne Wandungen haben, die Stärke der Wandungen aber zunimmt mit dem geringeren Volumen der einzelnen Zellen. Man kann daher an einem mehrjährigen Zweige an der Korkbildung ebenso wie an den Jahresringen des Holzes das Alter des Zweiges bestimmen. Für *Liquidambar styraciflua* wird sowohl von de Bary (l. c. p. 121) als auch von Haberlandt (l. c. p. 86) diese Ausbildung des Korkes erwähnt und fand ich dieselbe auch bei *Hamamelis virginica* und *Trichocladus crinitus*, von denen mir verschiedenjährige Zweige behufs Untersuchung zur Verfügung standen. Wahrscheinlich findet auch bei den übrigen Gattungen eine derartige Ausbildung des Korkes statt, was ich leider wegen Unzulänglichkeit des Untersuchungsmaterials nicht weiter verfolgen konnte. Die Anzahl der Korkreihen, welche in einem Jahre gebildet werden, schwankt bei den verschiedenen Gattungen zwischen 6 und 12. — Die Entstehung des Korkes konnte ich ebenfalls nur bei dem mir aus dem hiesigen botanischen Garten zu Gebote stehenden Material verfolgen (*Liquidambar styraciflua, Trichocladus crinitus* und *Hamamelis virginica*. Sie erfolgt bei allen 3 Arten aus der ersten, unter der Epidermis befindlichen Rindenparenchymschicht, deren Zellen somit zu Mutterzellen der Phellogens werden. Die Epidermis bleibt ziemlich lange erhalten; ihre Abstoßung erfolgt gewöhnlich erst im zweiten Jahre.

Phelloderm habe ich nur bei wenigen untersuchten Gattungen finden können. Sanio giebt an (l. c.), dass bei *Hamamelis* erst nach dem zweiten Jahre durch reciproke Teilung der Initiale Phelloderm gebildet werde. So fand ich außer bei *Liquidambar* und *Trichocladus* nur noch bei *Dicoryphe* und *Corylopsis* deutlich ausgebildetes Phelloderm. Ich will hierzu bemerken, dass das meiste mir zu Gebote stehende trockene Material aus einjährigen Zweigen bestand und möglicherweise auch hier erst später eine Phellodermbildung eintritt. In den bemerkten Fällen bestand das Phelloderm nur aus ein bis höchstens drei Schichten (*Corylopsis*).

2. Grundgewebe.

Unter dieser Bezeichnung will ich das aus dem Periblem des Vegetationspunktes hervorgegangene Rindenparenchym, sowie das Mark und die Markstrahlen besprechen. Die durch nachträgliche Sklerose aus dem Rindenparenchym resp. den Markstrahlen gebildeten sklerenchymatischen Elemente werde ich erst weiter unten in Verbindung mit den Bastfasern erwähnen.

a. Rindenparenchym.

Die Zellen des Rindenparenchyms sind durch ihren Plasma- und Chlorophyllgehalt, sowie die hierdurch bedingte Teilungsfähigkeit charakterisiert.

Bekanntlich lässt sich ein dünnwandiges und ein dickwandiges Parenchym (Collenchym) unterscheiden, welche beide in den grünen Stengeln der meisten Dicotyledonen vorkommen. Auch die *Hamamelidaceae* zeigen die Ausbildung dieser beiden Gewebe, jedoch stoßen wir hier auf einige Verschiedenheiten, die ich kurz anführen will: Wir haben mehrere Gattungen, welche dadurch ausgezeichnet sind, dass sie ein gleichmäßig ausgebildetes Rindenparenchym besitzen, und zwar besteht dasselbe entweder nur aus dünnwandigen Zellen, wo also collenchymatische Elemente nicht vorhanden sind, oder es besteht nur aus dickwandigen, collenchymatischen Zellen. Das erstere ist der Fall bei *Rhodoleia* und *Bucklandia*, die sich, wie oben bei der Blattanatomie erwähnt, auch durch Fehlen des Bastbelegs der Leitbündel auszeichneten. Nur collenchymatisches Gewebe hat *Fothergilla*; dasselbe tritt aber hier, was Mächtigkeit seiner Schicht anbetrifft, gegenüber dem Holzkörper sehr zurück. Bei den übrigen Gattungen befindet sich direkt unter der Epidermis ein collenchymatisches Parenchym, das aus 3 bis 6 Zellreihen besteht. — Unzweifelhaft hat dieses Gewebe den Zweck, die Steifigkeit der Epidermis zu erhöhen, und ist daher als ein Hypoderm zu bezeichnen. Das Hypoderm ist nun entweder scharf gegen das dünnwandige Parenchym abgegrenzt oder es geht allmählich in dasselbe über. Letzteres ist der häufigere Fall; ersteres finden wir nur bei *Liquidambar*, *Altingia* und *Parrotia Jacquemontiana*. Zuweilen findet auch eine sklerenchymatische Verdickung einiger mitten im Rindenparenchym befindlicher Zellen statt; da diese Zellen außerhalb des geschlossenen Stereomringes sich befinden, will ich sie an dieser Stelle mit erwähnen. Es fanden sich derartige vereinzelte Sklerenchymzellen bei *Bucklandia*, *Diçoryphe*, *Sycopsis*, *Distyl. racemos.*, *Liquidamb. orientalis* und *formosana* und *Altingia* (N. B. für letztere Gattung erwähnt schon van Tieghem in der oben citierten Arbeit diese Sklerenchymzellen). Auch *Corylopsis* zeigt dieselben; doch sind die Wände der Sklerenchymzellen bei dieser Gattung bedeutend schwächer verdickt als bei den übrigen. Diese Sklerose einzelner Rindenparenchymzellen scheint jedoch erst mit zunehmendem Alter einzutreten, und ist vielleicht der Grund, dass ich sie nicht bei allen Arten gefunden, darin zu suchen, dass mir nicht immer genügend alte Zweige behufs Untersuchung zu Gebote standen. Als Beweis hierfür mag dienen, dass ich bei einem jungen Zweige von *Altingia* keine Sklerenchymzellen im Parenchym fand, dieselben aber bei älteren Zweigen sogar in größeren Mengen vorhanden waren. Auch dürfte es auffallen, dass diese Zellen nur bei einigen Arten derselben Gattung vorkommen, bei anderen Arten aber fehlen. So finden sie sich bei *Liquidambar orientalis* und *formosana*, nicht aber bei *L. styraciflua*, ebenso bei *Distylium racemosum*, nicht aber bei *D. indicum*. Anderseits kommen sie wieder bei beiden untersuchten Arten von *Corylopsis* vor. Ich glaube aus diesem Grunde, dem Vorkommen dieser Sklerenchymzellen im Rindenparenchym keinen systematischen Wert beilegen zu

können. Über den Inhalt der Rindenparenchymzellen sei noch bemerkt, dass außer Stärke und Chlorophyll noch häufig Krystalleinschlüsse in Gestalt von Einzelkrystallen oder Drusen vorkommen, worüber ich am Schlusse des ersten Teiles meiner Arbeit Näheres berichten werde.

b. Mark und Markstrahlen.

Das Mark spielt im Leben der Pflanze eine wichtige physiologische Rolle; seine während des Herbstes (der Fruchtbildung) aufgespeicherten Nährstoffe (Kohlenhydrate) liefern im Frühjahre den neu entstehenden Blatt- und Blütenorganen einen nicht unbedeutenden Beitrag an Material zum Aufbau ihrer Zellen. Lange Zeit wurde der Anatomie des Markes wenig Aufmerksamkeit geschenkt und ihre Verwendbarkeit zu systematischen Zwecken wenig oder gar nicht untersucht. Erst A. Gris (l. c. p. 76) wies darauf hin, dass das Mark durch die Regelmäßigkeit seiner Struktur dazu dienen könne, Familien und natürliche Gattungen zu charakterisieren, sowie über den Wert verschiedener Gruppen zu entscheiden. So sagt derselbe (l. c. p. 65), dass nach der Struktur des Markes die *Hamamelidaceae* sich den *Platanaceae* anschlössen und hiernach Endlicher mit Unrecht diese beiden Familien so weit von einander trenne.

Von den von Gris aufgestellten Typen von Mark findet sich bei den *Hamamelidaceae* fast nur das als »moelle homogène«[1]) bezeichnete vor. Die Markzellen sind sehr dickwandig, mit einfachen Tüpfeln versehen und führen entweder Stärkekörner oder Krystalleinschlüsse in Gestalt von Einzelkrystallen oder Drusen. Nur bei *Liquidambar styraciflua* und *orientalis* findet eine Abweichung durch Bildung von heterogenem Mark statt. Bei der ersten Gattung ist das Mark aus dünnwandigen Zellen gebildet, zwischen denen vereinzelte dickwandige Zellen liegen; dies würde dem von Gris aufgestellten Typus »moelle hétérogène mêlée« entsprechen. Bei *L. orientalis* findet sich ein äußerer Kranz von dickwandigen Zellen und eine innere Region dünnwandiger Zellen, welches dem Typus eines »moelle hétérogène proprement dite« von Gris entsprechen würde. (Bemerken möchte ich hier, dass die an der äußeren Markperipherie gelegenen Zellen von *Liquid. styraciflua* ebenfalls verdickt sind; da aber im Centrum dick- und dünnwandige Zellen nebeneinander vorkommen, glaube ich, diese Art zu oben genannter Markform rechnen zu müssen, jedenfalls ist das Mark beider Arten als »moelle hétérogène« zu bezeichnen.) — *Liquidamb. formosana* zeigt dagegen das auch allen anderen *Hamamelidaceae*

1) 1. moelle homogène: Zellen mit gleichmäßig verdickten Wandungen, Stärke oder Krystalle führend (cellules actives et crystalligènes).

2. moelle hétérogène: dickwandige und dünnwandige Zellen (actives et inertes).

3. moelle inerte: nur dünnwandige Zellen, ohne Oxalate und Reservestoffe.

eigene homogene Mark. Diese verschiedene Ausbildung des Markes in der Gattung *Liquidambar* muss bei der in der Familie der *Hamamelidaceae* sonst so großen Regelmäßigkeit in der Markausbildung auffallen; es lässt sich hieraus folgern, dass, wenn auch die Ausbildung des Markes für Gruppen und Familien im allgemeinen constant und somit für die Systematik verwendbar ist, doch wohl zu beachtende Ausnahmen selbst in derselben Gattung vorkommen können. — Auf dem Stengelquerschnitt sind die Markzellen der *Hamamelidaceae* kreisrund, auf dem Längsschnitt zeigen sie eine rechteckige Gestalt und zwar sind sie entweder parallel zur Stammachse, also längsgestreckt, oder senkrecht zur Stammachse, also quergestreckt.

Diese sofort ins Auge fallende verschiedene Streckung der Markzellen halte ich für ein gutes Characteristicum für einzelne Gattungen oder Gruppen. So ist die später aufgestellte Unterfamilie der *Altingieae* durch ihr quergestrecktes Mark von den *Bucklandieae* leicht zu unterscheiden; auch *Hamamelis* und *Corylopsis* lassen sich von den nächst verwandten Gattungen leicht durch ihr quergestrecktes Mark trennen. — Das Vorhandensein von Stärkekörnern oder Gerbsäure in den Markzellen will ich unberücksichtigt lassen, da das Vorkommen dieser Kohlenhydrate, wie schon erwähnt, nur ein periodisches ist. Über Krystalleinschlüsse werde ich weiter unten berichten.

Die Markstrahlen der *Hamamelidaceae* sind ein- oder höchstens zweireihig, nie mehrreihig und ungefähr 6 bis 12 Zellreihen hoch. Ihre Beschaffenheit ist zwar nach Essner (l. c.) nur ein Merkmal relativer Güte, doch scheinen mir diese wenigreihigen Markstrahlen ein specifisches Characteristicum der *Hamamelidaceae* zu sein. Die Zellen der Markstrahlen sind denen des Markes ganz analog gebildet und enthalten ebenfalls häufig Krystalleinschlüsse, sowie Stärkekörner. Die rindenständigen Markstrahlen sind dünnwandig, werden aber, sobald sie zwischen zwei Bastfaserplatten gelangen, immer stark sklerenchymatisch verdickt.

3. Stereom.

Das Stereom besteht aus zwei entwickelungsgeschichtlich verschiedenen Gewebearten, die aber auf Grund ihrer übereinstimmenden physiologischen Funktion zusammengefasst werden können. Es sind dies die Sklerenchymzellen und die Bastfasern, welche beide zur Festigung des Leptomteiles des jungen Stengels dienen und von Schwendener daher passend als Stereom bezeichnet wurden. Dieses Stereom bildet bei allen *Hamamelidaceae* einen geschlossenen Ring, der sich an der Grenze zwischen Leptom und Rindenparenchym befindet. Seine Anlage erfolgt schon in dem ganz jungen Stengel, und zwar werden zuerst einzelne Gruppen von Bastfasern gebildet, die alsbald von den Sklerenchymzellen zu einem geschlossenen Ringe vereinigt werden. Die einzelnen Bastfasern, die in Gruppen oder tangential geschichteten Platten zusammen liegen, sind sehr dickwandig; ihr Lumen

ist fast verschwunden und sind sie so eng an einander gelagert, dass sie auf dem Querschnitt eine polygonale Gestalt haben. Die Bildung der Bastfasern erfolgt aus dem Cambium und zeigen ihre Membranen häufig Einlagerungen von kleinen Krystallen. Die diese Bastfaserplatten zu einem geschlossenen Ringe verbindenden Sklerenchymzellen sind entweder aus den Rindenstrahlen entstanden, deren Zellen, sobald sie zwischen zwei Bastbündel kommen, immer sklerotisch werden, oder sie bilden sich durch nachträgliche Sklerose aus den angrenzenden Rindenparenchymzellen. Mit der Zeit wird die Ausbildung dieser Sklerenchymzellen eine so mächtige, dass die kleinen Bastzellgruppen zwischen ihnen fast verschwinden. Die einzelnen Sklerenchymzellen haben eine verschiedene Gestalt. Meist sind sie ungefähr isodiametrisch, zuweilen aber auch sehr lang gestreckt und in diesem Falle den Bastfasern dicht anliegend (*Distylium racemosum*). Ihre außerordentlich stark verdickten Wände sind immer fein geschichtet und von zahlreichen verzweigten Porenkanälen durchzogen. Sie enthalten entweder nur Luft oder einen braunen Inhalt, welcher jedenfalls aus dem abgestorbenen Plasma besteht. Der Bau des Stereoms ist bei den *Hamamelidaceae* ein so gleichartiger, dass es sich für die Systematik nicht verwenden lässt. Den einzigen Unterschied bei allen untersuchten Gattungen bilden die Sklerenchymzellen von *Corylopsis*, die bei beiden untersuchten Arten bedeutend schwächer verdickt sind als bei den übrigen Gattungen und so zur Charakteristik dieser Gattung dienen können. Im allgemeinen kann ich den von Möller (l. c. p. 89) für *Liquidambar orientalis* angegebenen Bau der Rinde für alle *Hamamelidaceae* bestätigen.

4. Leptom.

Das Leptom der *Hamamelidaceae* zeigt auf Querschnitten meist dünnwandige und verzerrte Zellen. Selten findet sich, wie bei *Corylopsis*, ein etwas dickerwandiges Leptom vor. Die Siebröhren sind durchweg von geringem Durchmesser mit wenigen, feinporigen, sehr schräg, fast senkrecht gestellten Siebplatten. Das Leitparenchym ist sehr lang und schmal. Die Rindenstrahlen bestehen aus einer oder zwei Zellreihen und sind, wie schon oben angegeben, ihre Zellen beim Eintritt in die Zone der mechanischen Elemente sklerenchymatisch verdickt. Nach van Tieghem (l. c.) bestehen die Rindenstrahlen des secundären Leptoms bei *Liquidambar* und *Altingia* aus Zellen, die einen farblosen Balsam enthalten. Bei Untersuchung von jungen Zweigen von *Liquid. styraciflua* fand ich diesen Balsam schon in einzelnen Rindenstrahlzellen des primären Phloëms; der Inhalt dieser Zellen zeigte mit frisch bereiteter Alcannatinctur die charakteristische Harzreaction; da auch der ganz junge Secretgang des primären Holzes schon die deutliche Harzreaction zeigte, ist wohl an der frühzeitigen Bildung des Balsams resp. Harzes nicht zu zweifeln. — Tschirch sagt in seiner Anatomie (p. 501): »Auch die jetzt zu den *Saxifraginae*, früher zu den *Terebinthinae*

gestellten *Liquidambareae* (*Hamamelidaceae, Bucklandiaceae* und *Balsamifluae*), zu denen der Styraxbaum (*Liquid. styraciflua*) gehört, besitzen wenigstens in der primären Rinde schizogene Secretbehälter.« Dieser Satz ist zunächst dahin zu berichtigen, dass derartige »Behälter« nur bei den *Balsamifluae* vorkommen. Dann ist zu bemerken, dass Balsamzellen nur in dem von Tschirch als »Rindenprotophloëm« bezeichneten Teile der primären oder Mittelrinde vorkommen, nicht aber in der eigentlichen, von parenchymatischen, aus dem Periblem des Vegetationspunktes hervorgegangenen Zellen gebildeten, pimären Rrinde. Wenigstens habe ich dort bei allen untersuchten Arten keinen Balsam entdecken können und erwähnt auch van Tieghem in seiner ausführlichen Arbeit keine derartigen Zellen.

Bei *Sycopsis* und *Dicoryphe* kommen im Leptom vereinzelte Sklerenchymzellen vor, die bei den übrigen Gattungen fehlen. Dass das Vorkommen dieser Zellen im Weichbaste für diese beiden Gattungen charakteristisch ist, wage ich nicht zu behaupten, da, wie bei Beschreibung des Rindenparenchyms erwähnt wurde, zuweilen eine nachträgliche Sklerose eintreten kann. Nur fällt es auf, dass diese beiden Gattungen allein zu gleicher Zeit im Parenchym und Leptom Sklerenchymzellen zeigen, die oben angeführten Gattungen aber nur im Rindenparenchym. — Die im Leptom vorkommenden Krystalleinschlüsse sollen weiter unten erwähnt werden.

5. Hadrom.

Das Hadrom der *Hamamelidaceae*, über welches schon Solereder eingehende Untersuchungen angestellt hat, zeigt bei allen untersuchten Arten eine große Übereinstimmung im anatomischen Bau. Die überwiegende Masse des Holzes nimmt das Holzprosenchym ein, das von Gefäßen, die in radialen Reihen angeordnet sind, unterbrochen wird. — Zuweilen sind jedoch Gefäße und Prosenchym ziemlich gleichmäßig verteilt, wie bei *Corylopsis* und auch noch bei *Fothergilla*, während dieselben im extremsten Falle bei *Dicoryphe* so außerordentlich spärlich sind, dass sie gegenüber der Masse der Prosenchymzellen fast verschwinden. Parenchym ist nur selten und dann selbst in geringer Menge vorhanden. Das Holzprosenchym besteht aus stark bis sehr stark (bei *Dicoryphe* bis zum Schwinden des Lumens) verdickten Zellen, welche auf dem Querschnitt eine polygonale bis elliptische Gestalt haben. Sie laufen im allgemeinen spitz zu und zeigen auf den radialen sowie tangentialen Wänden gehöfte Tüpfel. Die Pori dieser Hoftüpfel sind spaltenförmig, seltener mehr elliptisch und liegen in linksläufiger Spirale um die Zellen; hierdurch kommt es, dass im mikroskopischen Bilde häufig zwei Pori sich anscheinend kreuzen, da man den Porus der unteren Zellwand ebenfalls sieht. Diese Hoftüpfel sind, wie schon Solereder (l. c. p. 117) und auch Bentham und Hooker (l. c. I. p. 665) bemerken, für die *Hamamelidaceae* charakteristisch, jedoch kommen sie

auch bei einer großen Zahl anderer Familien vor. Die Prosenchymzellen haben eine durchschnittliche Länge von 0,75 mm. Irgend eine Verdickung der Prosenchymwände habe ich nicht beobachten können. SOLEREDER giebt für *Hamamelis chinensis* eine spiralige Verdickung derselben an; leider stand mir kein Exemplar dieser Art behufs Untersuchung zur Verfügung.

Die Gefäße sind, wie schon oben angegeben, in radialer Anordnung in der Grundmasse des Holzes verteilt; auf Querschnitten zeigen sie entweder eine rundliche oder meist polygonale Gestalt. Ihre Weite ist sehr verschieden, doch sind sie im allgemeinen nicht sehr weit. Die Querwände haben immer eine leiterförmige Perforation mit häufig zahlreichen Speichen (*Rhodoleia* und *Bucklandia*). Diese leiterförmig durchbrochenen Querwände sind nach der Seite der Markstrahlen stark geneigt, was nach SANIO (Bot. Jahrbücher 1863, p. 122) seinen Grund darin hat, dass die schief geneigten Querwände der Cambialfasern, aus denen die Gefäße entstehen, nach dieser Seite hin geneigt sind; diese Perforationen sind daher auf Radialschnitten am besten zu beobachten. Die Längswände der Gefäße sind nicht oder doch sehr selten so stark verdickt, als die des Holzprosenchyms; sie zeigen, wie SOLEREDER schon erwähnt, »einfache Tüpfelung neben vereinzelten Übergängen zur Hoftüpfelung gegen angrenzendes Markstrahlenparenchym«. Grenzen sie an Prosenchym oder berühren sie sich, so ist eine deutliche Hoftüpfelung vorhanden. Der Hof dieser Tüpfel ist im allgemeinen größer als der des Prosenchyms, der Porus entweder kreisrund oder elliptisch, nie spaltenförmig wie beim Prosenchym.

Zuweilen findet sich eine schwache spiralige Verdickung der Gefäßenden, die SOLEREDER bei *Corylopsis*, *Rhodoleia* und *Liquidambar orientalis* constatiert hat; bei anderen Gattungen ist sie nicht vorhanden und bei den erwähnten auch nur selten und schwach entwickelt. Die an der Markgrenze liegenden primären Gefäße haben einen geringeren Durchmesser als die übrigen und sind einfach oder doppelt spiralig oder ringförmig verdickt. — Bei *Liquidambar* und *Altingia* finden sich hier Balsamgänge, über die ich Folgendes bemerken will:

SOLEREDER macht in seiner Arbeit (l. c. p. 116) darauf aufmerksam, dass sich die *Balsamifluae* (*Altingia* und *Liquidambar*) durch das Auftreten von markständigen Secretgängen, die von mehreren Lagen kleinzelligen Epithels umgeben sind, auszeichnen. Er führt an, dass diese Harzgänge in so enge Beziehung zu den Gefäßbündeln treten, dass sie als »integrierender Bestandteil des primären Holzes« aufgefasst werden können. Ich kann diesen Ausspruch durch meine Untersuchungen nur bestätigen. Betrachten wir einen dicht unter dem Vegetationspunkte des jungen Zweiges geführten Querschnitt, so sehen wir, dass die Differenzierung des Balsamganges schon beginnt, bevor die denselben umgebenden Zellen sich durch eintretende Verholzung ihrer Wände zu Hadromelementen ausgebildet

haben. In den Blättern können wir die Balsamgänge bis in die feinsten Bündelverzweigungen verfolgen, immer finden wir, dass der Holzteil der Leitbündel einen Balsamgang einschließt. Wie in den Laubblättern, so auch im Stamme wölben die secernierenden Zellen ihre Wandungen bogenförmig in den Secretgang hinein (Fig. 9 und 10). Die Entstehung dieser Balsamgänge erfolgt auf lysigenem Wege durch Zerreißen und Resorption der im Centrum des sich bildenden Leitbündels liegenden Zellen. Die Absonderung des Secretes erfolgt schon in den sehr jungen Gängen. Das gebildete Secret tritt zuerst in die Markstrahlen und wird von diesen in die Rinde des Stammes geleitet, wo es namentlich in den älteren Stämmen reichlich sich ansammelt und durch Auskochen dieser Rinde als »Styrax« gewonnen wird. Dass außerdem in den Rindenstrahlen selbst Balsam führende Zellen sich befinden, habe ich schon beim Leptom angegeben. — Van Tieghem sagt in seiner schon oben citierten Abhandlung, dass außer den Strahlen des secundären Bastes, welche eine große Anzahl mit farblosem Balsam angefüllter Zellen enthalten, sich nur Secretkanäle im primären Xylem befinden und zwar innerhalb der zuerst entstehenden Ring- oder Spiralgefäße. »Die secernierenden Zellen sind durch Holzparenchymzellen von den umgebenden Gefäßen getrennt. Ferner treten in das Blatt drei Bündel ein, die hier concentrisch werden, so dass der Kanal nur von Xylem umgeben ist.« Derselbe giebt auch an, dass *Liquidambar* und *Altingia* sich durch das Vorhandensein dieser Balsamgänge und -zellen von allen anderen Gattungen der *Hamamelidaceae* scharf unterscheiden und eine Gruppe für sich bilden müssen (»qui ne peut même être comparé à aucun autre« l. c. p. 251). Wie ich später zeigen werde, wird diese Ansicht noch durch andere anatomische Unterschiede im Bau der Laubblätter unterstützt.

Der Vollständigkeit halber will ich noch die Beobachtung van Tieghem's erwähnen, dass in den Wurzeln von *Liquidambar* und *Altingia* sich diese Balsamgänge nur im primären Phloëm befinden.

6. Krystalleinschlüsse.

Absichtlich widme ich den Krystallbildungen im Stamme einen besonderen Absatz, um zugleich einige vergleichende Bemerkungen mit den Krystalleinschlüssen im Blatte anknüpfen zu können. Die Form der Krystalle ist im Allgemeinen im Stamme dieselbe wie im Blatte. Wir finden morgensternähnliche Drusen und klinorhombische Einzelkrystalle, daneben kommen jedoch, wenn auch selten, wohl ausgebildete Zwillingskrystalle vor. Wir treffen diese Krystallbildungen in allen Teilen des Stammes mit Ausnahme des Hadroms, und zwar befinden sie sich entweder einzeln in besonderen Zellen, oder sie liegen zu 6 bis 10 zusammen in langen Fasern oder Schläuchen. Die einzeln in besonderen Zellen befindlichen Krystallbildungen, seien es Einzelkrystalle, Drusen oder Zwillingskrystalle,

sind immer sehr groß und die sie umschließenden Zellen meist von rundlicher Gestalt; ich werde diese Zellen einfach Krystallzellen nennen. Die in Schläuchen zusammenliegenden Einzelkrystalle oder Drusen sind bedeutend kleiner, meist sehr klein; jede einzelne Krystallbildung ist durch eine Membran von der nächstliegenden getrennt, so dass die schlauch- oder faserähnlichen Zellen gefächert oder gekammert sind; ich werde sie als Kammerschläuche oder Kammerfasern bezeichnen.

Einfache Krystallzellen finden sich immer im Mark und meist auch im Rindenparenchym, wo jedoch zuweilen auch Kammerschläuche vorkommen. Stereom und Leptom führen selten Krystallzellen, sondern fast ausschließlich Kammerfasern.

Fragen wir nun nach dem Vorkommen der Krystalleinschlüsse bei den einzelnen Gattungen und den hieraus für die Systematik sich ergebenden Resultaten, so werden wir im Stamme etwas anderen Verhältnissen begegnen als im Blatte. Der scharfe Unterschied, welcher in dem Vorkommen von Einzelkrystallen und Drusen in den Laubblättern besteht und als ein wichtiges Trennungsmittel der Familie in zwei große Abteilungen benutzt werden kann, macht sich im Stamme nicht in demselben Maße geltend. Es finden sich bei den meisten Gattungen beide Krystallformen im Stamme und zwar kommen entweder beide Formen in demselben Teile des Stammes vor, oder es finden sich in dem einen Teile (sei es Rindenparenchym, oder Mark, oder Leptom etc.) Krystalldrusen, in dem anderen Teile Einzelkrystalle. Trotzdem wird man bemerken, dass in den meisten Fällen eine Krystallform dominiert, und zwar lässt sich eine gewisse Analogie mit den Krystalleinschlüssen des Blattes nicht verkennen. Hauptsächlich ist es das Rindenparenchym, das hierin am meisten mit dem Grundgewebe des Blattes übereinstimmt; so finden wir bei derjenigen Gruppe der *Hamamelidaceae*, die Drusen in den Blättern führt, meist auch Drusen im Rindenparenchym, noch deutlicher bei der anderen Gruppe, die Einzelkrystalle in den Blättern hat und bei der fast ausschließlich auch Einzelkrystalle im Rindenparenchym vorkommen (nur *Hamamelis virginica* und *Distylium racemosum* haben neben den Einzelkrystallen zuweilen einige Drusen). Ausnahmen in der ersten Gruppe machen *Liquidambar orientalis* und *L. formosana*; diese haben im Rindenparenchym sehr große und schön ausgebildete Einzelkrystalle neben ebenso wohl ausgebildeten und in gleicher Menge vorkommenden Drusen. *Liquidambar styraciflua* dagegen hat hauptsächlich Drusen im Parenchym analog dem Grundgewebe des Blattes. Man könnte demnach bei der Gattung *Liquidambar* im Zweifel sein, zu welcher Gruppe es nach den Krystallbildungen im Stamme zu rechnen sei; bei den übrigen Gattungen lässt sich aber nach dem Vorwiegen der einen oder anderen Krystallform im Rindenparenchym die Zugehörigkeit zu dieser oder jener Abteilung mit ziemlicher Sicherheit bestimmen. Weniger übereinstimmend mit den Krystallformen in den Blättern

sind die des Leptoms, Stereoms und des Markes. So haben alle *Liquidambar*-Arten kleine Einzelkrystalle (*L. orientalis* daneben auch Drusen), in Kammerfasern liegend, im Leptom, während das Mark entweder leer ist oder Einzelkrystalle neben Drusen enthält. *Altingia* hat im Leptom Drusen und Einzelkrystalle, ebenso im Mark, *Rhodoleia* und *Bucklandia*, die im Rindenparenchym analog den Blättern nur Drusen enthalten, haben dieselbe Krystallform auch im Marke, im Stereom führen sie aber nur Kammerfasern mit Einzelkrystallen. Der Leptomteil derjenigen *Hamamelidaceae*, welche Einzelkrystalle in den Blättern haben, enthält, wenn überhaupt Krystalleinschlüsse vorhanden sind, immer nur Einzelkrystalle. Eine völlige Übereinstimmung der Krystallbildungen des Stammes mit denen der Blätter fand ich bei *Trichocladus*, *Parrotia*, *Corylopsis* und *Dicoryphe*, welche in allen Stammteilen nur Einzelkrystalle enthalten. Das Mark enthält bei *Distylium racemosum*, *Fothergilla* und *Sycopsis* Drusen neben Einzelkrystallen; letztere sind namentlich bei *Trichocladus*, *Eustigma* und *Distylium indicum* sehr groß und schön ausgebildet. Bei einigen Arten (*Parrotia persica*, *P. Jacquemontiana* und *Corylopsis himalayana*) enthielt das Mark Stärke, deren Auftreten bekanntlich nur periodisch ist, da die Krystallbildung immer erst nach Translocation der Stärke vor sich geht. Was schließlich die Zwillingskrystalle anbetrifft, so finden sie sich neben Einzelkrystallen im Rindenparenchym von *Distylium* und *Sycopsis*, sowie im Marke von *Eustigma*.

Aus diesem Vergleiche ist ersichtlich, dass, wenn auch gewisse Analogien, ja zuweilen völlige Übereinstimmung zwischen den Krystalleinschlüssen des Blattes und denen des Stammes sich finden, doch im Stamme mehr Ausnahmen in der einheitlichen Ausbildung der Krystalle auftreten als in den Blättern.

Vielleicht ließe sich diese Erscheinung auf folgende Weise erklären: Wie bei Besprechung der Krystalleinschlüsse in den Laubblättern erwähnt wurde, spielt die specifische Constitution des Plasmas höchst wahrscheinlich die Hauptrolle bei der Ausbildung der Krystallformen. Dass außerdem aber noch andere Faktoren mitwirken, namentlich osmotische Vorgänge, hervorgerufen durch die größere oder geringere Energie des Stoffwechsels resp. durch die Dick- oder Dünnwandigkeit der Zellen, ist wohl zweifellos. Nehmen wir nun an, dass im Blatte die osmotischen Kräfte bei Ausbildung der Krystallformen gegenüber der specifischen Constitution des Plasmas in den Hintergrund treten, im Stamme aber das umgekehrte Verhältnis stattfindet (zumal die Verschiedenheit der osmotischen Vorgänge hier besonders durch die verschieden starkwandigen Zellen begünstigt wird), so ist es einleuchtend, dass im Stamme zahlreichere Ausnahmen in der typischen Krystallbildung vorkommen können, als in den Laubblättern.

Zweiter Teil.

Verwertung der gewonnenen Resultate für die systematische Anordnung der Hamamelidaceae.

I. Gruppierung der Hamamelidaceae nach dem anatomischen Bau der Laubblätter und des Stammes. Charakteristik der einzelnen Gattungen.

Nachdem ich im vorhergehenden den anatomischen Bau der *Hamamelidaceae* beschrieben, ist ein weiterer Teil meiner Aufgabe, zu untersuchen, ob nicht anatomische Übereinstimmungen vorhanden, aus welchen die nähere Verwandtschaft einzelner Gattungen hervorgeht und welche daher eine Zusammenstellung derselben zu kleineren oder größeren Gruppen gestatten; sodann wären diejenigen Verschiedenheiten im anatomischen Bau hervorzuheben, durch welche die aufgestellten Gruppen und die einzelnen Gattungen charakterisiert sind.

Ich glaube bei Lösung dieser Aufgabe am besten zu verfahren, wenn ich zuerst diejenigen anatomischen Unterschiede feststelle, durch welche eine Trennung der Familie in größere Abteilungen möglich ist und dann bei den einzelnen Abteilungen selbst nach weiteren Verschiedenheiten suche, welche zur Aufstellung von Unterabteilungen und Gruppen und schließlich zur Charakteristik der einzelnen Gattungen und Arten dienen können. Ein wichtiges Unterscheidungsmittel, durch welches eine Trennung der Familie in zwei Hauptabteilungen ermöglicht wird, habe ich in der Verschiedenheit der Krystalleinschlüsse im Grundgewebe der Laubblätter gefunden. Das Vorkommen von Krystalldrusen bei der einen Abteilung sowie von Einzelkrystallen bei der anderen Abteilung ist so streng im Grundgewebe des Blattes durchgeführt, dass es kaum noch anderer anatomischer Unterschiede bedarf, um beide Abteilungen von einander zu trennen. Dennoch sind derartige Unterschiede vorhanden und zwar in der Ausbildung der Leitbündel der Blätter. Während nämlich die Gattungen mit Einzelkrystallen durch einen sehr starken Bastbeleg ihrer Leitbündel ausgezeichnet sind, fehlt derselbe den Krystalldrusen führenden Gattungen entweder vollständig oder ist nur in sehr geringem Grade entwickelt.

Die Ausbildung der Leitbündel in den Laubblättern ist überhaupt bei den *Hamamelidaceae* von großem systematischen Wert. So lässt sich die erste Abteilung (Krystalldrusen in den Blättern) durch die Verschiedenheit der Leitbündel in zwei Unterabteilungen teilen: 1. mit concentrischen Leitbündeln, 2. mit collateralen Bündeln. Die concentrischen Bündel sind außerdem noch durch einen centralen Balsamgang ausgezeichnet. Diese Gruppierung findet noch eine Stütze in einigen anderen

anatomischen Unterschieden. So haben die Blätter der Gattungen mit concentrischen Leitbündeln Epidermiszellen, die auf der Oberflächenansicht wellenförmig gebogen, während die Epidermiszellen der anderen Unterabteilung polygonal sind. Auch fehlen der ersten Unterabteilung Spicularzellen, die bei der zweiten immer vorhanden sind. Schließlich sind beide Unterabteilungen noch durch die Streckung der Markzellen unterschieden. Dieselben sind bei der Unterabteilung mit concentrischen Bündeln senkrecht zur Achse gestreckt, bei der anderen Unterabteilung parallel zur Achse gestreckt.

Wir sehen hieraus, dass die ganze erste Abteilung, welche als gemeinsames Merkmal Krystalldrusen in den Blättern und spärlichen oder ganz fehlenden Bastbeleg der Leitbündel hat, durch wichtige anatomische Merkmale in zwei scharf von einander getrennte Unterabteilungen sich spalten lässt.

Die zweite Abteilung (Einzelkrystalle in den Blättern) lässt sich ebenfalls auf Grund anatomischer Merkmale in mehrere Gruppen gliedern. In erster Linie ist es hier die verschiedene Ausbildung des Korkes, welche sich sehr gut zur systematischen Gruppierung verwenden lässt. Wie ich schon im ersten Teile dieser Arbeit erwähnt, besteht der Kork entweder aus kubischen oder aus tafelförmigen Zellen. Diese Verschiedenheit in der Korkbildung wird noch unterstützt durch Unterschiede in der Ausbildung der Leitbündel in den Laubblättern, so dass sich auf Grund dieser beiden Merkmale folgende drei Gruppen aufstellen lassen:

1. Gattungen mit tafelförmigem Kork; Leitbündel mit Libriform;

2. Gattungen mit tafelförmigem Kork; Leitbündel ohne Libriform;

3. Gattungen mit kubischem Kork; die Leitbündel haben immer Libriform.

Weitere gute anatomische Merkmale habe ich bei den Blättern in der Ausbildung der Epidermiszellen und des Palissadenparenchyms, sowie im Vorkommen oder Fehlen von Spicularzellen und in der Verschiedenheit der Gestalt derselben gefunden. Auch die Lage der Krystallbildungen, ob im Palissaden- oder Schwammparenchym kann als ein gutes Unterscheidungsmerkmal nahe verwandter Gattungen benutzt werden. Diese letzteren anatomischen Verschiedenheiten können aber nur dazu dienen, Gattungen oder Arten von einander zu trennen; als gemeinsames Merkmal für größere Gruppen reichen sie nicht mehr aus. Es kann daher auf diese anatomischen Merkmale erst bei der jetzt folgenden speciellen Charakterisierung der einzelnen Gattungen Rücksicht genommen werden. — Bemerken will ich noch, dass ich nicht alle Gattungen habe untersuchen können, da mir nicht das nötige Material zur Verfügung stand. Ich werde dieser nicht

untersuchten Gattungen weiter unten bei Aufstellung des Systems der *Hamamelidaceae* Erwähnung thun.

Charakteristik der einzelnen Unterabteilungen, Gruppen, Gattungen und Arten nach ihrem anatomischen Bau.

I. Abteilung.

Im Grundgewebe des Blattes befinden sich nur Krystalldrusen. Die Leitbündel sind mit wenigen oder gar keinen Bastfasern versehen. Die Blätter sind immer unbehaart.

1. Unterabteilung.

Die Leitbündel der Laubblätter sind concentrisch und schließen einen Balsamgang ein; Balsamgänge befinden sich auch im primären Holze des Stammes.

Die Epidermis der Blätter ist ein- oder zweischichtig, im ersten Falle mit dünner, im zweiten mit stark entwickelter Cuticula. Epidermiszellen zwei- bis dreimal so breit als hoch, von der Oberfläche gesehen wellenförmig gebogen. Die Seiten- und Innenwände entweder dünn oder stark verdickt. Palissadenparenchym aus zwei Reihen langgestreckter Zellen bestehend. Leitbündel der Blätter sind durchgehend. Spicularzellen fehlen. Die Markzellen des Stammes sind senkrecht zur Achse gestreckt.

a. Epidermis ist einschichtig. Cuticula schwach ausgebildet. Seiten- und Innenwände der Epidermiszellen dünn und zart . . . . **Liquidambar** L.

Untersucht wurden *L. styraciflua* L., *L. orientalis* Mill. und *L. formosana* Hance. Diese drei Arten lassen sich folgendermaßen unterscheiden:

× Mark homogen . . . . *L. formosana.*

Rindenparenchym und Weichbast mit Drusen, selten Einzelkrystallen; Mark zuweilen Einzelkrystalle; leiterförmige Perforation mit 16—18 Speichen.

×× Mark heterogen.

† Weichbast mit Drusen . . . . *L. orientalis.*

Rindenparenchym mit Drusen und Einzelkrystallen; Mark zahlreiche Drusen; leiterförmige Perforation mit 15—20 Speichen.

†† Weichbast ohne Krystallbildungen . . . . *L. styraciflua.*

Rindenparenchym mit Drusen. Leiterförmige Perforation mit 18—20 Speichen.

b. Epidermis der Blattoberseite ist zweischichtig. Cuticula ziemlich stark; Seiten- und Innenwände der Epidermiszellen stark verdickt . . . . **Altingia** Nor.

Untersucht wurden *Altingia excelsa* Nor. (*Liquidambar Altingia* Bl.) und *Altingia chinensis* Champ., die ich anatomisch sehr übereinstimmend fand. Am Blatte von *Altingia excelsa* fand sich Korkbildung vor. — Im Rindenparenchym nur

Drusen, im Weichbaste Drusen und Einzelkrystalle, ebenso im Marke. Die zwischen den Bastfaserplatten liegenden Sklerenchymelemente sind verhältnismäßig klein.

2. Unterabteilung.

Die Leitbündel der Blätter sind collateral, immer ohne Balsamgang, ebenso das Holz. — Die Krystalldrusen befinden sich im Schwammparenchym des Blattes. Epidermis des Blattes einschichtig, mit stark entwickelter Cuticula. Die Epidermiszellen sind ebenso hoch oder höher als breit und bilden zuweilen ein Wassergewebe. Von der Oberfläche gesehen sind die Epidermiszellen der Blattober- und -unterseite polygonal, ihre Innenwände immer dünn, die Seitenwände zuweilen keilförmig verdickt. Palissadenparenchym aus 2 oder 3 Reihen langgestreckter Zellen bestehend. Leitbündel durchgehend. Im Grundgewebe der Blätter gleichmäßig ausgebildete, knorrig verzweigte Spicularzellen mit bis zum Schwinden des Lumens verdickten Wänden. Rinde und Holz des Stammes normal. Die Markzellen sind parallel der Achse gestreckt und enthalten große Krystalldrusen.

a. Epidermiszellen ungleich groß; ihre Seitenwände dünn. **Rhodoleia** Hook.

Untersucht wurden *Rh. Championi* Hook. und *Rh. Teysmanni* Miq. Diese lassen sich unterscheiden:

× Wassergewebszellen dreimal größer als Epidermiszellen; Palissadenparenchym immer dreischichtig . . . *Rh. Championi.*

×× Wassergewebszellen nur anderthalbmal größer als Epidermiszellen. Palissaden meist zweischichtig . . *Rh. Teysmanni.*

Von der letzten Art stand mir zur Untersuchung nur ein Blatt zur Verfügung. Von *Rh. Championi* ist in Betreff des Holzbaues zu erwähnen: Rindenparenchym weitzellig mit Krystalldrusen, ebenso das Mark. Sklerenchymzellen isodiametrisch. Den Bastfasern anliegend häufig Einzelkrystalle. Leiterförmige Perforation mit 30 Speichen.

b. Epidermiszellen gleich groß; ihre Seitenwände keilförmig verdickt . . . . **Bucklandia** R. Br.

Bucklandia populnea R. Brown. Rindenparenchym mit vereinzelten Sklerenchymzellen und großen Krystalldrusen; letztere auch im Mark. Den Bastfasern Einzelkrystalle anliegend. Leiterförmige Perforation mit 35—40 Speichen.

II. Abteilung.

Im Grundgewebe des Blattes befinden sich nur Einzelkrystalle. Die Leitbündel haben immer einen starken Beleg von Bastfasern. Laubblätter behaart oder kahl. Balsamgänge fehlen sowohl im Blatte als im Stamme.

Epidermis des Blattes einschichtig, Cuticula meist stark entwickelt, Innen- und Seitenwände der Epidermiszellen zuweilen stark verdickt; von der Oberfläche gesehen sind die Epidermiszellen der Oberseite meist wellen-

förmig gewunden, selten langgezogen polygonal, die der Unterseite immer wellenförmig gewunden. Palissadenparenchym ein- oder zweireihig, Zellen langgestreckt. Die Leitbündel sind concentrisch oder collateral, mit oder ohne Libriform, eingebettet oder durchgehend. Blattparenchym teils ohne Spicularzellen, teils mit verschiedenartig gestalteten Spicularzellen, deren Wände mehr oder weniger stark verdickt sind. Kork entweder aus kubischen oder tafelförmigen Zellen bestehend. Mark senkrecht oder parallel zur Achse gestreckt, mit oder ohne Krystalleinschlüsse.

1. Gruppe.

Korkzellen tafelförmig. Leitbündel collateral, mit Libriform.

a. Mit Spicularzellen. Seiten- und Innenwände der Blattepidermiszellen verdickt.

× Krystalle im Schwammparenchym. Leitbündel eingebettet. Spicularzellen sehr dickwandig (Typus 2). Epidermiszellen flach, zwei- bis dreimal breiter als hoch, Blätter unbehaart. . . . . . **Eustigma** G. et Champ.

Eustigma oblongifolium G. et Champ. Seitenwände der Epidermiszellen gleichmäßig verdickt. 2 Reihen Palissadenzellen. Kork des einjährigen Zweiges aus 4 bis 5 Zellreihen bestehend. Rindenparenchym mit zahlreichen Einzelkrystallen. Sklerenchymzellen zwischen den Hartbastplatten sehr groß. Weichbast mit Einzelkrystallen und wenigen kleineren Drusen. Holz überwiegend aus Prosenchym bestehend. Leiterförmige Perforation mit 22 Speichen. Mark parallel zur Achse gestreckt mit sehr großen Einzelkrystallen.

×× Krystalle im Palissadenparenchym (der Epidermis anliegend). Leitbündel durchgehend. Spicularzellen nicht sehr dickwandig (Typus 4). Epidermiszellen wenig (ungefähr anderthalbmal) breiter als hoch. Blätter mit Sternhaaren. . . . . **Loropetalum** Br.

Loropetalum chinense Oliv. Seitenwände der Epidermiszellen nach den Innenwänden zu keilförmig verdickt. 2 Reihen Palissadenzellen. Krystallzellen mit großen Einzelkrystallen, häufig in die Epidermis hineinwachsend. Den Leitbündeln angelagert sehr selten kleine Drusen. (Es wurde nur das Blatt untersucht).

b. Ohne Spicularzellen. Seiten- und Innenwände der Blattepidermiszellen nicht verdickt . . . . **Fothergilla** L.

Fothergilla alnifolia L. Cuticula schwach ausgebildet. Epidermiszellen flach, zwei- bis dreimal so breit als hoch. Palissadenparenchym einreihig, Zellen sehr lang gestreckt; Einzelkrystalle sehr groß. Den Leitbündeln anliegend zuweilen kleine Drusen. Blätter mit Sternhaaren. Rindenparenchym mit zahlreichen Einzelkrystallen. Bastfaserplatten durch zahlreiche und große Sklerenchymzellen verbunden, welchen Einzelkrystalle

angelagert sind. Holz mit sehr vielen Gefäßen; leiterförmige Perforation mit 15—20 Speichen. Mark parallel der Achse gestreckt, mit Einzelkrystallen und Krystalldrusen.

2. Gruppe.

Korkzellen tafelförmig. Leitbündel concentrisch oder collateral ohne Libriform.

a. Leitbündel concentrisch. . . . . **Hamamelis** L.

Untersucht wurden *H. virginica* L. und *japonica* S. et Z. Epidermiszellen zwei- bis dreimal so breit als hoch, Außenwand und Cuticula dünn. Palissadenschicht einreihig. Der 5—6schichtige erstjährige Kork noch mit der Epidermis versehen. Rindenparenchym mit Einzelkrystallen und zuweilen vereinzelten Drusen. Zwischen den Bastfaserplatten zahlreiche und große Sklerenchymzellen. Leiterförmige Gefäßperforation bei *H. virginica* mit 12—15, bei *H. japonica* mit 18—20 Speichen. Mark senkrecht zur Achse gestreckt. *H. virginica* hat zum Unterschiede von *H. japonica* Spicularzellen in den Blättern.

b. Leitbündel collateral.

× Mit Spicularzellen. Epidermiszellen der Blattoberseite polygonal, der Blattunterseite wellenförmig gewunden . . . . **Dicoryphe** Thouars.

Dicoryphe stipulacea St. Hil. Epidermiszellen zwei- bis dreimal so breit als hoch, Cuticula stark entwickelt. Innenwand der Epidermiszellen dünn. Palissadenschicht aus zwei Reihen langgestreckter Zellen bestehend. Spicularzellen sehr zahlreich (Typus 3). Leitbündel eingebettet. Rindenparenchym mit zahlreichen Sklerenchymzellen. Weichbast mit Einzelkrystallen. Holz hauptsächlich aus Prosenchym bestehend, dessen Wände fast bis zum Schwinden des Lumens verdickt sind. Gefäße nur in geringer Zahl vorhanden, ihre leiterförmige Perforation mit 30 Speichen. Mark parallel zur Achse gestreckt, mit Einzelkrystallen. (Durch das außergewöhnlich stark verdickte Prosenchym ist *Dicoryphe* leicht von allen anderen *Hamamelidaceae* zu unterscheiden).

×× Ohne Spicularzellen. Epidermiszellen der Blattober- und -unterseite wellenförmig gewunden.

† Palissadenschicht einreihig, Mark senkrecht zur Achse gestreckt . . . . **Corylopsis** S. et Z.

Untersucht wurden *C. spicata* S. et Z. und *C. himalayana* Griff. — Weite Epidermiszellen, die jedoch nicht so hoch als breit sind; eine Reihe sehr lang gestreckter Palissadenzellen. Im Schwammparenchym, den Leitbündeln anliegend bei *C. spicata* zuweilen kleine Krystalldrusen, die bei *C. himalayana* fehlen. Leitbündel durchgehend. Rindenparenchym mit Sklerenchymzellen und großen Einzelkrystallen bei *C. spicata* (*C. himalayana* ohne Krystalle). Die Sklerenchymzellen sowohl im Rindenparenchym

als auch zwischen den Hartbastplatten sind bei dieser Gattung nicht so stark verdickt, wie bei den übrigen *Hamamelidaceae*; eine deutliche Schichtung der Wände ist nicht zu erkennen, auch sind die Porenkanäle einfach. — Holz mit vielen großlumigen Gefäßen, leiterförmige Perforation bei *C. spicata* mit 18—20, bei *C. himalayana* mit 25—30 Speichen (nach Möller hat *C. pauciflora* über 40 Speichen). Mark und Markstrahlen mit sehr großen Einzelkrystallen.

++ Palissadenschicht zweireihig, Mark parallel zur Achse gestreckt . . . . **Trichocladus** Pers.

Untersucht wurden *T. crinitus* Pers. und *T. ellipticus* S. et Z. — Cuticula sehr stark entwickelt. Epidermiszellen flach, zwei- bis dreimal so breit als hoch. Palissadenparenchym zweireihig, Zellen sehr lang gestreckt, bei *T. ellipticus* zuweilen noch eine dritte Reihe ausgebildet mit isodiametrischen Zellen. Schwammparenchym mit sehr großen Einzelkrystallen. Bei *T. ellipticus* wachsen zuweilen einige Bastfasern in das Blattparenchym hinein. *T. crinitus* zeichnet sich durch seine zahlreichen Leitbündelanastomosen aus. Leitbündel eingebettet. Blätter mit Sternhaaren. Zwischen Hartbastplatten zahlreiche, stark verdickte Sklerenchymzellen, die parallel der Stammachse gestreckt sind. Parenchym und Weichbast mit großen Einzelkrystallen. Holzprosenchym dickwandig, daneben dünnwandiges Parenchym. Gefäße mit rundlichem Lumen; leiterförmige Perforation mit 16—18 Speichen. Mark mit großen Einzelkrystallen (oder Stärkekörnern).

3. Gruppe.

Korkzellen kubisch. Leitbündel collateral, mit Libriform.

Epidermiszellen zwei- bis dreimal so breit als hoch, mit dünnen Wandungen und mäßig entwickelter Cuticula.

a. Palissadenparenchym einreihig. Spicularzellen nicht vorhanden. Krystalle im Blattparenchym sehr groß. . . . . . . **Parrotia** C. A. Mey.

Untersucht wurden *P. persica* C. A. Mey. und *P. Jacquemontiana* Dcne. Beide an den Blattrippen schwach behaart. Rindenparenchym mit Einzelkrystallen; zwischen Bastplatten im Stamme sehr zahlreiche und große Sklerenchymzellen. Leiterförmige Gefäßperforation mit 18—20 Speichen. Mark bei *P. Jacquemontiana* parallel zur Achse gestreckt, bei *P. persica* senkrecht zur Achse gestreckt.

b. Palissadenparenchym zweireihig. Spicularzellen vorhanden. Krystalle im Blattparenchym klein.

× Einzelkrystalle im Palissadenparenchym des Blattes und im Marke. Spicularzellen nicht verzweigt. Epidermiszellen der Blattober- und -unterseite wellenförmig gewunden . . . . **Distylium** S. et Z.

Untersucht wurden *D. indicum* Benth. und *D. racemosum* S. et Z. — Spicularzellen häufig Randbast bildend. — Blätter unbehaart. Kork 4—5schichtig. Rindenparenchym mit großen Einzelkrystallen (selten Drusen oder Zwillingskrystalle) und vereinzelten Sklerenchymzellen, ebenso im Weichbast. Holzprosenchym dickwandig. Parenchym dünnerwandig. Leiterförmige Gefäßperforation mit 18 bis 20 Speichen. Mark parallel zur Achse gestreckt, mit großen Einzelkrystallen.

×× Einzelkrystalle im Schwammparenchym des Blattes; im Marke Drusen neben Einzelkrystallen. Spicularzellen verzweigt. Epidermiszellen der Blattoberseite polygonal, der Blattunterseite wellenförmig gewunden . . . . **Sycopsis** Oliv.

Sycopsis Griffithiana Oliv. Spicularzellen gabelig verzweigt, sonst aber gleich denen von *Distylium*. Rindenparenchym mit Einzelkrystallen (zuweilen Zwillingskrystalle) und vereinzelten Sklerenchymzellen; letztere kommen auch im Weichbast vor. Holz vorwiegend Prosenchym. Leiterförmige Gefäßperforation mit 20 bis 22 Speichen. Mark parallel zur Achse gestreckt.

II. Vergleich der auf Grund des anatomischen Baues erhaltenen Einteilung mit der auf Beschaffenheit von Blüte und Frucht gegründeten systematischen Gruppierung der Hamamelidaceae.

Wie ich schon in der Einleitung zu der vorliegenden Arbeit angegeben, sind die zu den *Hamamelidaceae* gehörenden Gattungen sehr verschieden gruppiert, resp. in verschiedene, von einander entfernt gestellte Familien untergebracht worden. Erst Bentham und Hooker vereinigten in den »Genera plantarum« alle bekannten Gattungen unter dem gemeinsamen Familiennamen *Hamamelidaceae* und will ich die von ihnen gegebene Einteilung der Familie dem jetzt folgenden Vergleiche zu Grunde legen. —

Bentham und Hooker teilen die *Hamamelidaceae* nach Ausbildung des Ovariums in zwei Abteilungen. Die erste ist dadurch charakterisiert, dass die Ovarfächer zwei bis zahlreiche Samen enthalten, die zweite, dass sich in jedem Ovarfache nur ein Same befindet. —

Vergleichen wir diese beiden Abteilungen mit den nach anatomischen Merkmalen aufgestellten beiden Abteilungen, so finden wir, dass sich die morphologischen Abteilungen (wie ich der Kürze wegen sagen will) vollständig mit den anatomischen decken. Der ersten Abteilung (Ovarfächer mit zwei bis zahlreichen Samen) entspricht die erste anatomische Abteilung, deren Blätter sich durch das Vorkommen von Krystalldrusen und das völlige oder teilweise Fehlen des Bastbelegs auszeichnen. Die zweite morphologische Abteilung (Ovarfächer mit einem Samen) umfasst alle Gattungen, die anatomisch durch das Vorkommen von Einzelkrystallen und den starken Bastbeleg der Leitbündel charakterisiert sind.

Verfolgen wir nun die BENTHAM-HOOKER'sche Gruppierung weiter, so werden wir noch mehr Übereinstimmung mit der anatomischen Gruppierung finden. Abteilung 1 wird nach BENTHAM und HOOKER in 2 Unterabteilungen eingeteilt: 1) Petala fehlen, 2) Petala vorhanden. Auch die anatomische erste Abteilung lässt sich in zwei, den morphologischen correspondierende Unterabteilungen teilen: 1) Concentrische Leitbündel in den Blättern, entsprechend der Gruppe: Petala fehlen. 2) Collaterale Leitbündel, entsprechend der Gruppe: Petala vorhanden. Wie schon oben angegeben, sind diese beiden Gruppen anatomisch noch durch andere Unterscheidungsmerkmale getrennt, wie das Vorkommen von Balsamgängen und Fehlen der Spicularzellen in den Blättern der ersten Unterabteilung, das Fehlen der Balsamgänge und Vorhandensein der Spicularzellen bei der zweiten Unterabteilung. Es sind hier also die anatomischen Unterscheidungsmerkmale noch zahlreicher als die von Blüte und Frucht hergenommenen. Selbst die einzelnen Gattungon dieser Unterabteilungen sind anatomisch ebenso gut als morphologisch von einander zu unterscheiden. In der ersten Unterabteilung ist *Liquidambar* morphologisch durch seine handförmigen Blätter von der mit eiförmigen Blättern versehenen *Altingia* unterschieden; anatomisch unterscheiden sich beide Gattungen durch verschiedene Ausbildung der Epidermis, die bei *Liquidambar* einschichtig, bei *Altingia* zweischichtig ist. Ebenso bei der zweiten Unterabteilung, in welcher *Rhodoleia* durch ihre hermaphroditen Blüten von der polygame Blüten tragenden *Bucklandia* morphologisch unterschieden ist, während anatomisch die eigenartige Ausbildung des epidermalen Wassergewebes *Rhodoleia* von *Bucklandia* trennt.

Etwas anders gestalten sich die Verhältnisse bei der zweiten Abteilung (Ovarfächer mit einem Samen). BENTHAM und HOOKER teilen diese Abteilung weiter ein nach dem Vorhandensein oder Fehlen der Petala, resp. nach der linearischen oder schuppenförmigen Gestalt derselben. Diese Einteilung habe ich anatomisch nicht begründen können, da die hieraus resultierenden Gruppen Gattungen in sich schließen, die anatomisch nicht unwesentlich voneinander verschieden sind. So hat z. B. *Fothergilla*, die nach BENTHAM und HOOKER mit *Parrotia*, *Distylium* und *Sycopsis* eine Gruppe bildet (»Petala fehlen«), eine größere anatomische Verwandtschaft zu *Eustygma* und *Loropetalum*, mit denen es im Bau des tafelförmigen Korkes übereinstimmt, als zu jenen Gattungen. Ebenso ist *Loropetalum* durch seine, Libriform entbehrenden Leitbündel anatomisch der Gattung *Eustigma* mehr genähert, als den Gattungen *Corylopsis*, *Dicoryphe*, *Hamamelis* und *Trichocladus*, mit denen BENTHAM und HOOKER es zusammenstellen, weil es mit diesen in der Form der linearischen Blumenblätter übereinstimmt, während *Eustigma* schuppenförmige Blumenblätter besitzt. — Ich bemühte mich nun, da diese morphologische Einteilung der 2. Abteilung nach BENTHAM und HOOKER anatomisch nicht zu begründen war, mir aber auch die

Trennung von Unterabteilungen nach dem Vorhandensein von linearischen oder schuppenförmigen Blumenblättern nicht besonders scharf erschien, eine andere morphologische Einteilung dieser Unterabteilung aufzustellen. Es gelang mir dies, indem ich das verschiedene Aufspringen der Antheren in den Vordergrund stellte und das Fehlen oder Vorhandensein der Petala erst in zweiter Linie berücksichtigte. Die Antheren der *Hamamelidaceae* springen nämlich entweder in zwei Klappen auf, in einer Klappe oder in Spalten. Ich teile die zur zweiten Abteilung gehörenden Gruppen hiernach folgendermaßen ein:

1. Antheren zweiklappig. 2. Antheren einklappig oder in Spalten aufspringend, Petala sind vorhanden. 3. Antheren immer in Spalten aufspringend, Petala fehlen. Diese drei Gruppen lassen sich nun auch durch Verschiedenheiten im anatomischen Bau sehr gut von einander unterscheiden, und zwar wie folgt:

1. Antheren zweiklappig. Anatomisch ist diese Gruppe ausgezeichnet durch die flachen Korkzellen und ihre Libriform führenden Leitbündel. Diese Gruppe lässt sich in zwei Untergruppen teilen, nämlich: Mit Petala, anatomisch durch Spicularzellen ausgezeichnet, und ohne Petala, anatomisch durch das Fehlen der Spicularzellen charakterisiert (*Fothergilla*). Zu der ersten Untergruppe gehört *Eustigma* mit 5teiligen Blüten, anatomisch durch die Lage der Krystalle im Schwammparenchym, die eingebetteten Leitbündel etc. ausgezeichnet, und *Loropetalum* mit 4teiligen Blüten, anatomisch durch das Vorkommen der Krystalle im Palissadenparenchym, durchgehende Leitbündel etc. charakterisiert.

2. Antheren einklappig oder in Spalten aufspringend, Petala sind vorhanden. Hier sind die Korkzellen ebenfalls tafelförmig, die Leitbündel aber immer ohne Libriform. Die hierher gehörenden Gattungen: *Hamamelis*, *Dicoryphe*, *Corylopsis* und *Trichocladus* bilden auch nach Bentham und Hooker eine Gruppe; er rechnete zu derselben aber noch *Loropetalum*, welche Gattung nach ihrem anatomischen Bau zur ersten Gruppe gerechnet werden muss, der sie sich wegen ihrer 2klappigen Antheren auch morphologisch besser anschließt. — Die Blüten der zweiten Gruppe sind entweder nur 4teilig oder 4- bis 5teilig oder nur 5teilig. Vierteilige Blüten hat nur *Hamamelis*, anatomisch durch seine concentrischen Leitbündel ausgezeichnet; die übrigen Gattungen dieser Gruppen haben collaterale Bündel. *Dicoryphe* mit 4- bis 5teiligen Blüten ist von den nur mit 5teiligen Blüten versehenen *Corylopsis* und *Trichocladus* durch das Vorhandensein von Spicularzellen ausgezeichnet und selbst letztere beiden, die morphologisch leicht durch das Aufspringen der Antheren zu unterscheiden sind (*Corylopsis*: Antheren in Spalten aufspringend, *Trichocladus*: in einer Klappe), sind auch anatomisch durch die Ausbildung des Palissadenparenchyms und die verschiedene Streckung der Markzellen charakterisiert.

3. Antheren immer in Spalten aufspringend, Petala fehlen. Die Korkzellen dieser Gruppe haben eine kubische Gestalt, gegenüber den tafelförmigen Korkzellen der beiden ersten Gruppen; die Leitbündel haben immer Libriform. Die morphologisch durch ihre abfallenden Blätter ausgezeichnete *Parrotia* ist anatomisch durch ihr einreihiges Palissadenparenchym von den mit persistenten Blättern und zweireihigem Palissadenparenchym versehenen Gattungen *Distylium* und *Sycopsis* unterschieden. Auch letztere beiden sind sowohl morphologisch als anatomisch zu trennen und zwar morphologisch durch ihr Ovarium, das bei *Distylium* oberständig, bei *Sycopsis* halb unterständig ist, anatomisch durch die Lage der Krystalle im Blattparenchym und die Spicularzellen.

Aus dem vorliegenden Vergleiche geht hervor, dass die auf morphologische Merkmale begründete Einteilung der Familie der *Hamamelidaceae* bis in die kleinsten Einzelheiten durch die Anatomie eine Stütze erfährt. Denn nicht nur die Unterfamilien sind morphologisch sowohl wie anatomisch scharf unterschieden, sondern auch die Zusammenstellung der Gruppen und Untergruppen nach morphologischen Merkmalen findet durch die Anatomie ihre vollste Bestätigung. Diese genaue Übereinstimmung der nach morphologischen Merkmalen aufgestellten Gruppierung mit der auf Grund der anatomischen Verhältnisse erhaltenen Einteilung dürfte zugleich aber auch der beste Beweis sein, dass die aufgefundenen anatomischen Unterschiede wirklich von systematischem Wert für die untersuchte Familie sind.

III. Das System der Hamamelidaceae unter Berücksichtigung der für Aufstellung desselben gewonnenen Resultate.

Werfen wir einen Blick auf die in den vorigen Abschnitten angegebene Gruppierung der *Hamamelidaceae*. nach anatomischen Principien und den Vergleich derselben mit der morphologischen Einteilung, so finden wir, dass die Anatomie der Laubblätter bedeutend zahlreichere Unterscheidungsmerkmale sowohl der Abteilungen als auch namentlich der einzelnen Gattungen und Arten liefert, als die Anatomie des Stammes. Im Blatte sind es in erster Linie die Krystalleinschlüsse, deren regelmäßige Ausbildung für die Systematik der Familie von großer Wichtigkeit ist. Hierzu kommen die Verschiedenheit der Ausbildung der Leitbündel, sowie zahlreiche andere Unterscheidungsmerkmale, durch welche die einzelnen Gattungen sich sowohl trennen lassen, als eine Vereinigung der näher verwandten zu Gruppen oder Abteilungen ermöglicht wird.

Die Anatomie des Stammes bietet dagegen wegen seiner größeren Gleichmäßigkeit nur wenige Unterschiede. Sehen wir ab von dem Auftreten von Balsamgängen bei einigen Gattungen, deren Vorhandensein schon in den Leitbündeln der Blätter zu constatieren ist, so bleibt nur die Ausbildung des Korkes und die verschiedene Streckung der Markzellen,

welche einige für die Systematik verwendbare Unterschiede im anatomischen Bau des Stammes geben. Rindenparenchym sowohl als Bast- und Holzteil des Stammes sind bei allen Gattungen so übereinstimmend gebaut, dass sie zur Unterscheidung einzelner Gruppen oder Gattungen nicht verwandt werden können. In Rücksicht auf diese Verhältnisse glaube ich daher folgenden Schluss ziehen zu können:

Die Anatomie der Laubblätter hat einen größeren systematischen Wert für Gruppierung und Charakteristik der zu einer Familie gehörenden Gattungen als die Anatomie des Stammes; letztere dient hauptsächlich zur Charakteristik der ganzen Familie und zur Unterscheidung derselben von anderen Familien.

Zur Rechtfertigung des letzten Teils dieser Schlussfolgerung, die nur auf Grund von Untersuchungen des Stammes mehrerer Familien aufgestellt werden kann, verweise ich auf die mehrfach citierte Arbeit von Solereder, der nach zahlreichen Untersuchungen der Holzkörper fast aller Familien zu einem ähnlichen Schluss kommt, sowie auf den anhangsweise von mir erwähnten Vergleich der *Hamamelidaceae* mit den *Spiraeoideae.*

Man müsste demnach, wollte man eine Pflanze anatomisch bestimmen, zuerst durch die Structur des Stammes die Zugehörigkeit zu einer Familie feststellen und dann durch den anatomischen Bau der Laubblätter in Verbindung mit dem des Stammes die Gattung oder Art ermitteln. —

Aus der großen Übereinstimmung im anatomischen Bau des Stammes geht aber ferner hervor, dass die *Balsamifluae* Endlicher's mit den *Hamamelidaceae* zu einer Familie vereinigt werden müssen und somit die Umgrenzung der Familie der *Hamamelidaceae* nach Bentham und Hooker bestätigt werden muss. —

Ich wende mich jetzt zur Aufstellung des Systems der *Hamamelidaceae.* — Wie aus Teil 2 Abschnitt 1 meiner Arbeit ersichtlich, habe ich die Familie nach der Gestalt ihrer Krystalleinschlüsse im Grundgewebe der Laubblätter in zwei Abteilungen geteilt: 1) mit Krystalldrusen, 2) mit Einzelkrystallen. Die erste Abteilung umfasst zwei Unterabteilungen: *a*) concentrische Bündel mit einschließendem Balsamgang, *b*) collaterale Bündel ohne Balsamgang.

Wenngleich diese beiden Unterabteilungen durch die Übereinstimmung ihrer Krystalleinschlüsse in den Blättern, sowie des geringen Bastbelegs ihrer Leitbündel einander sehr genähert sind und eigentlich zusammen der zweiten Abteilung gegenüber gestellt werden sollten, so ist das Auftreten von Balsamgängen bei der ersten Unterabteilung so charakteristisch und allein dastehend in der Familie, dass ich nicht Bedenken trage, diese erste Unterabteilung als eigene Unterfamilie unter dem Namen »*Altingioideae*« abzutrennen. Die ihr coordinierte zweite Unterabteilung muss ich dann notwendigerweise auch als eigene Unterfamilie abtrennen; ich nenne

sie »*Bucklandioideae*«. Die Abtrennung der *Bucklandioideae* lässt sich aber auch noch durch Folgendes rechtfertigen: Abgesehen von dem Unterschiede in den Leitbündeln der Blätter, durch welche die *Buckland.* von den *Altingioideae* getrennt sind, sowie von der Verschiedenheit der Krystalleinschlüsse in den Blättern, durch welche sie von der zweiten Hauptabteilung getrennt, sind sie von beiden scharf unterschieden durch die polygonale Gestalt ihrer Blattepidermiszellen. — Die ganze zweite Abteilung der *Hamamelidaceae*, welche durch ihre Einzelkrystalle im Grundgewebe der Blätter und den starken Bastbeleg ihrer Leitbündel von den *Altingioideae* und *Bucklandioideae* unterschieden sind, würde die dritte Unterfamilie, die »*Hamamelidoideae*« bilden. —

Bevor ich die einzelnen Gattungen der Unterfamilien zusammenstelle, möchte ich noch diejenigen Gattungen erwähnen, welche ich nicht habe untersuchen können. Es sind dies: *Tetrathyrium* Benth., *Disanthus* Maxim., *Myrothamnus* Welw., *Maingaya* Oliv., *Franchetia* Baillon. Letztere aus »Liste des plantes de Madagascar«. Der Vollständigkeit wegen möchte ich diese Gattungen meinem Systeme einreihen; ich kann mich natürlich hierbei nur nach dem morphologischen Charakter der Gattungen richten unter der Voraussetzung, dass die morphologisch am nächsten verwandten auch anatomisch die größte Verwandtschaft zeigen. Ich glaube dies um so eher thun zu können, als sich bei den *Hamamelidaceae*, wie oben angegeben, die auf morphologischen Merkmalen basierende Einteilung so vollständig mit der auf anatomischen Merkmalen basierenden deckt.

System der Hamamelidaceae, aufgestellt auf Grund der blütenmorphologischen Verhältnisse.

A. Fächer des Ovariums mit zwei bis zahlreichen Samen.
  I. Petala fehlen . . . . **Altingioideae.**
    a. Laubblätter handförmig geteilt, Köpfchen eingeschlechtlich *Liquidambar* L.
    b. » eiförmig, Köpfchen eingeschlechtlich. . . . . *Altingia* Nor.
    0. » lederartig, fächelförmig; diöcische kätzchenartige Ähren . . . . (Myrothamnus W.).
  II. Petala vorhanden . . . . **Bucklandioideae.**
    a. Blüten hermaphrodit. Petala 2—4, Stamina 7—10 . . . . *Rhodoleia* Hook.
    0. » » » 5 » 5 . . . . . . (Disanthus Max.).
    b. » polygam . . . . *Bucklandia* Br.
B. Fächer des Ovariums mit einem Samen . . . . **Hamamelidoideae.**
  I. Antheren zweiklappig.
    a. Petala vorhanden.
      × Petala 5, Stamina 5. Blüten in Trauben. . . . . *Eustigma* G. et Champ.
      0 » 5, » 5 » » Köpfchen . . . . . . (Maingaya Oliv.).
      ×× » 4, » 4. . . . . *Loropetalum* Br.
    b. Petala fehlen (Stamina bis 24). Blätter abfallend . . . . . *Fothergilla* L.
      » » » 5, Blätter persistierend . . . . . . (Tetrathyrium Bth.)
  II. Antheren einklappig oder in Spalten aufspringend, Petala vorhanden.
    a. Blüten vierteilig, Antheren einklappig. . . . . *Hamamelis* L.
    0. » » » in Spalten aufspringend. . . . (Franchetia Baill.)
    b. » 4—5 » oder nur fünfteilig.

× Blüten 4—5teilig . . . . *Dicoryphe* Th.
×× » 5teilig.
† Antheren in Spalten aufspringend . . . . *Corylopsis* S. et Z.
†† » einklappig . . . . *Trichocladus* Pers.
III. Antheren immer in Spalten aufspringend, Petala fehlen.
a. Laubblätter abfallend . . . . *Parrotia* C. A. Mey.
b. » persistierend.
× Ovarium oberständig, Stamina 2—8 . . . . *Distylium* S. et Z.
×× » halbunterständig, Stamina 8 . . . . *Sycopsis* Oliv.

System der Hamamelidaceae, aufgestellt auf Grund der anatomischen Verhältnisse.

A. Blattparenchym mit Krystalldrusen. Leitbündel der Laubblätter mit wenigen oder keinen Bastfasern. Blätter immer kahl.
I. Leitbündel der Laubblätter concentrisch mit Balsamgang. Spicularzellen fehlen. Blattepidermiszellen wellenförmig gewunden; Markzellen senkrecht zur Achse gestreckt . . . . . **Altingioideae.**
a. Epidermis einschichtig. . . . . *Liquidambar* L.
b. » zweischichtig . . . . *Altingia* Nor.
II. Leitbündel der Laubblätter collateral, ohne Balsamgang. Spicularzellen vorhanden. Blattepidermiszellen polygonal. Markzellen parallel zur Achse gestreckt . . . . **Bucklandioideae.**
a. Epidermales Wassergewebe vorhanden, Rindenparenchym ohne Sklerenchymzellen . . . . *Rhodoleia* Hook.
b. Ohne Wassergewebe. Rindenparenchym mit Sklerenchymzellen . . . . *Bucklandia* Br.
B. Blattparenchym mit Einzelkrystallen. Leitbündel der Laubblätter mit starkem Bastbeleg Blätter behaart oder kahl . . . . **Hamamelidoideae.**
I. Mit tafelförmigem Kork. Leitbündel mit Libriform.
a. Mit Spicularzellen. Epidermisinnenwandungen verdickt.
× Krystalle im Schwammparenchym. Leitbündel eingebettet, Spicularzellen sehr dickwandig (Typus 2) . . . . *Eustigma* G. et Ch.
×× Krystalle im Palissadenparenchym. Leitbündel durchgehend. Spicularzellen nicht sehr dickwandig (Typus 4). *Loropetalum* Br.
b. Ohne Spicularzellen. Epidermisinnenwand nicht verdickt. *Fothergilla* L.
II. Mit tafelförmigem Kork. Leitbündel ohne Libriform.
a. Leitbündel concentrisch . . . . *Hamamelis* L.
b. » collateral.
× Mit Spicularzellen in den Laubblättern . . . . *Dicoryphe* Th.
×× Ohne » » » »
† Palissadenparenchym einreihig. Leitbündel durchgehend *Corylopsis* S. et Z.
†† » zweireihig. » eingebettet . *Trichocladus* P.
III. Mit kubischem Kork. Leitbündel immer mit Libriform.
a. Palissadenparenchym einreihig. Spicularzellen fehlen . . . *Parrotia* C. A. Mey.
b. » zweireihig. » vorhanden.
× Krystalle im Palissadenparenchym und im Mark. Spicularzellen nicht verzweigt . . . . *Distylium* S. et Z.
×× Krystalle im Schwammparenchym. Im Marke befinden sich Drusen. Spicularzellen verzweigt . . . . *Sycopsis* Oliv.

Dritter Teil.

Vergleich des anatomischen Baues der Hamamelidaceae mit dem der Rosaceae (Spiraeoideae).

Da die *Hamamelidaceae* durch ihren Blütenbau den *Rosaceae* sehr genähert sind und daher auch ihren Platz im natürlichen System in der Nähe derselben haben, war es mir von Interesse zu untersuchen, ob die Annäherung dieser beiden Familien auch durch den anatomischen Bau des Stammes und der Laubblätter bestätigt wird. Ich untersuchte von der Familie der *Rosaceae* die Unterfamilie der *Spiraeoideae*, speciell die Gruppe der *Quillaieae*, und werde als Schluss meiner Arbeit einen Vergleich dieser Gruppe mit den *Hamamelidaceae* anstellen.

Die *Quillaieae* sind durch eine große Übereinstimmung im Blattbau charakterisiert, von der nur *Exochorda* eine Ausnahme macht; wie ich später zeigen werde, ist letztere Gattung so verschieden von den übrigen *Quillaieae* gebaut, dass sie besser zu einer anderen Gruppe gestellt wird; ich werde sie vorläufig unberücksichtigt lassen und erst am Schlusse der Anatomie der *Quillaieae* erwähnen. Der Blattquerschnitt der *Quillaieae* zeigt eine auf Blattober- und -unterseite gleichmäßig und stark entwickelte Cuticula; dieselbe ist entweder glatt oder wie bei *Kageneckia lanceolata* mit feinen, linienartigen, gewundenen Verdickungen versehen. (*Kageneckia oblongifolia* zeigt nur wenige unregelmäßige Falten.) Die Epidermis ist entweder zweischichtig (*Quillaia*, unvollkommen bei *Vauquelinia*) oder einschichtig; in beiden Fällen sind die Zellen der Blattober- und -unterseite von gleicher Größe und haben, von der Oberfläche gesehen, immer eine polygonale Gestalt. Die Blätter sind überhaupt mehr oder weniger vollkommen isolateral gebaut. Am vollkommensten ist dies der Fall bei *Quillaia*. Wir finden hier erstens Spaltöffnungen auf beiden Seiten des Blattes; zweitens besteht das Grundgewebe des Blattes nur aus Palissadenzellen, die durchweg von gleicher Gestalt sind, gleichen Chlorophyllgehalt haben und wenige oder gar keine Lacunen besitzen. Die übrigen Gattungen haben Spaltöffnungen nur auf der morphologischen Unterseite; eine scharfe Trennung von Palissaden- und Schwammparenchym findet aber auch hier nicht statt. Alle Zellen des Grundgewebes sind Palissadenzellen, also senkrecht zur Blattoberfläche gestreckt. Die Palissaden der Blattunterseite stehen nur nicht mehr so dicht als an der Oberseite und enthalten weniger Chlorophyll; der Gehalt an letzterem nimmt successive von der Oberseite zur Unterseite ab. — Die Leitbündel in den Blättern der *Quillaieae* sind collateral, entweder eingebettet wie bei *Quillaia* oder durchgehend (*Kageneckia* und *Vauquelinia*). Immer sind die Bündel von einer deutlichen, aus weiten Zellen gebildeten Parenchymscheide umschlossen. Libriform und Bastzellen sind immer sehr stark ausgebildet; nur *Kageneckia lanceolata* (aus dem

Herbarium Engler) hat an Stelle des Hartbastes ein dünnwandiges, nicht großzelliges Collenchym, das durch die weitzellige Parenchymscheide von dem collenchymatischen Hypoderm, das auch bei allen anderen untersuchten Gattungen vorhanden ist, getrennt wird. —

Als Krystalleinschlüsse finden sich im Grundgewebe des Blattes nur Drusen von oxalsaurem Kalk; den Leitbündeln angelagert kommen aber bei allen Gattungen (ausgenommen *Kag. lanceolata*, die dort ebenfalls Drusen führt) Einzelkrystalle vor. Die Drusen liegen immer einzeln in den Zellen und sind von morgensternähnlicher Gestalt; die Einzelkrystalle sind Hendyoeder und liegen in gekammerten Schläuchen.

Die *Quillaieae* sind durch den isolateralen Bau ihrer Laubblätter scharf von der ihnen coordinierten Gruppe der *Spiraeeae* unterschieden. Die letzteren, sowie auch die in Engler-Prantl's »Natürlichen Pflanzenfamilien« von Focke als dritte Gruppe aufgestellte Gattung *Holodiscus* zeigen den bifacialen Typus des Blattbaues. Sie haben entweder eine einreihige oder zweireihige Palissadenschicht, die scharf von dem mit großen Lücken versehenen und aus quergestreckten Zellen gebildeten Schwammparenchym unterschieden ist. Die Cuticula ist immer dünn und sind die Epidermiszellen der Blattoberseite größer als die der Unterseite; von der Oberfläche gesehen sind sie wellenförmig gewunden. Auch die Leitbündel dieser Gattungen sind durch eine sehr geringe Entwickelung des Hartbastes charakterisiert; an Stelle desselben ist ein collenchymatisches Gewebe ausgebildet. Die Krystalleinschlüsse bestehen aus Drusen, die sowohl im Grundgewebe vorkommen, als auch den Leitbündeln anliegen. Diesem Blattbau der *Spiraeeae* entspricht auch die Gattung *Exochorda*. Beide untersuchten Arten (*E. Alberti* Lindl. und *E. grandiflora* [Hook.] Lindl.) haben eine dünne Cuticula; Epidermiszellen der Blattunterseite sind bedeutend niedriger als die der Oberseite und wellenförmig gebogen. Das Grundgewebe des Blattes besteht aus zwei Schichten senkrecht stehender Palissaden- und 3 bis 4 Schichten quer gestreckter Schwammparenchymzellen. Die Leitbündel sind ohne Bastbeleg oder nur mit vereinzelten Bastfasern in collenchymatischem Gewebe. An den Leitbündeln finden sich nur Drusen und keine Einzelkrystalle, wie bei den *Quillaieae*. Diese Unterschiede sowie einige weiter unten bei der Stammanatomie zu erwähnende Verschiedenheiten zeigen deutlich, dass *Exochorda* anatomisch den *Spiraeeae* viel näher verwandt ist als den *Quillaieae*. Hierzu kommt noch ein pflanzengeographischer Grund: Während alle *Quillaieae* in Südamerika einheimisch sind, kommt *Exochorda* allein im nördlichen China vor. Da es wohl kaum anzunehmen ist, dass eine einzige Gattung dieser so eng begrenzten Gruppe isoliert auf einem so weit von den übrigen entfernten Standorte einheimisch ist, scheint die Trennung der *Exochorda* von den übrigen *Quillaieae* auch aus diesem Grunde gerechtfertigt. Übrigens stellen Bentham und Hooker *Exochorda* auch nicht zu den *Quillaieae*, sondern zu den *Spiraeeae* neben *Gillenia*.

Vergleichen wir jetzt den Blattbau der *Hamamelidaceae* mit dem der (*Spiraeoideae*) *Quillaieae* und *Spiraeeae*, so werden wir finden, dass die letztere Gruppe größere anatomische Übereinstimmung mit den *Hamamelidaceae* zeigt als die erstere. Diese Übereinstimmung zeigt sich namentlich in der Ausbildung des Blatt-Grundgewebes, das bei den *Hamamelidaceae* und *Spiraeeae* (incl. *Holodiscus*) völlig gleich ist. Verschiedene Merkmale, die, wenn auch nicht allen, so doch den meisten *Hamamelidaceae* eigen, fehlen den *Spiraeoideae* aber gänzlich; es sind dies Spicularzellen und Sternhaare. An Stelle der letzteren kommen bei den *Spiraeeae* einfache Haare, bei *Holodiscus* einfache Haare neben Drüsenhaaren vor; die *Quillaieae* sind unbehaart. Da jedoch das Vorkommen von Spicularzellen und Sternhaaren nicht allen Gattungen der *Hamamelidaceae* eigen ist, kann es nicht als ein besonderes Kennzeichen der Familie hingestellt werden. Es bietet somit der Blattbau keine durchgreifenden Merkmale, welche als Unterschied zwischen den *Hamamelidaceae* und *Rosaceae* (*Spiraeoideae*) hingestellt werden können. Es würde dies ein Beweis für die von mir im vorigen Abschnitte aufgestellte Behauptung sein, dass der anatomische Bau des Blattes wohl ein gutes Unterscheidungsmittel von Gruppen und Gattungen derselben Familie bildet, zur Unterscheidung von Familien selbst aber von geringem systematischen Wert ist.

Gehen wir jetzt zur Betrachtung der Anatomie des Stammes über. Die Entstehung des Korkes konnte ich bei den *Quillaieae* nicht verfolgen. Da sich aber über der jungen Korkschicht noch die unveränderte Epidermis befindet, glaube ich annehmen zu können, dass der Kork aus der ersten, unter der Epidermis befindlichen Rindenparenchymreihe entsteht. Der Kork ist bei allen *Spiraeoideae* tafelförmig, kubischer Kork findet sich nicht. Phelloderm fand ich nur bei *Quillaia* 4—5 Reihen ausgebildet. — Das Stereom der *Quillaieae* besteht aus tangential geschichteten Bastfaserplatten, die jedoch nie mit Hülfe von sklerenchymatischen Zellen einen geschlossenen Ring wie bei den *Hamamelidaceae* bilden. Bei *Quillaia* und *Vauquelinia* findet allerdings die Bildung von Sklerenchymzellen zwischen den Bastplatten statt, doch werden nur wenige Zellen schwach sklerotisch und führen keine Vereinigung der einzelnen Platten herbei. Bei einigen *Spiraeeae* dagegen (*Spiraea* und *Neillia*) sowie bei *Holodiscus* kommt es zur Bildung eines geschlossenen Stereomringes analog den *Hamamelidaceae*.

Das Leptom stimmt mit dem der *Hamamelidaceae* überein; die Siebröhren haben sehr feinporige Siebplatten, die schief gestellt sind. Die Elemente des Hadroms sind bei den *Quillaieae* nicht sehr dickwandig; das Hadrom der *Spiraeoideae* stimmt mit dem der *Hamamelidaceae* darin überein, dass es größtenteils aus Prosenchymzellen besteht, zwischen denen sich Gefäße in radialer Anordnung befinden. Parenchym ist nur sehr wenig vorhanden. Außerdem sind Prosenchym sowohl wie die Gefäße mit Hoftüpfeln versehen, neben welchen aber, namentlich an den Gefäßen, auch

einfache spaltenförmige Tüpfel vorkommen können. Unterschieden sind die *Spiraeoideae* von den *Hamamelidaceae* durch einfache, meist elliptische oder kreisrunde Perforation der Gefäßwände; nur selten findet sich neben dieser einfachen Perforation die leiterförmige ausgebildet. Ich habe dieselbe nur bei *Physocarpus*, *Exochorda*, *Neillia* und sehr spärlich bei *Kageneckia* gefunden. In allen Fällen tritt die leiterförmige Perforation, die außerdem meist sehr armspangig ist, der einfachen gegenüber sehr zurück, während sie bekanntlich bei den *Hamamelidaceae* ausschließlich vorkommt. Alle *Quillaieae* haben außerdem Gefäße, deren Wände mit feinen spiraligen Verdickungen versehen sind: Bei den *Spiraeeae* und *Holodiscus* konnte ich diese Verdickung nicht nachweisen; nur *Exochorda* stimmt in dieser Beziehung mit den *Quillaieae* überein. Auch die Ausbildung des Markes und der Markstrahlen zeigt teils Verschiedenheiten, teils Übereinstimmung mit den *Hamamelidaceae*. Die *Quillaieae* haben ein Mark, das analog dem der *Hamamelidaceae* sehr dickwandig ist; die *Spiraeeae* und auch *Holodiscus* dagegen besitzen ein sehr dünnwandiges Mark.

Die Markzellen sind bei den *Quillaieae* parallel zur Achse gestreckt (*Exochorda* unterscheidet sich auch hier durch sein senkrecht zur Achse gestrecktes Mark); bei *Holodiscus* sind die Markzellen ebenfalls senkrecht zur Achse gestreckt; bei den *Spiraeeae* entweder senkrecht oder parallel zur Achse gestreckt. Die Markstrahlen sind zum Unterschiede von denen der *Hamamelidaceae* bei allen *Spiraeoideae* zwei- bis fünfreihig. Der Inhalt der Markzellen besteht außer Stärke aus Drusen oder Einzelkrystallen. — Die Krystalleinschlüsse im Stamme der *Spiraeoideae* bieten ebenfalls ein gutes Mittel zur Abgrenzung der Gruppe der *Quillaieae*. Es finden sich im Leptom der *Quillaieae* immer Einzelkrystalle und zwar in Gestalt von säulenförmigen Prismen. Sehr selten kommen neben diesen Prismen noch kleine Hendyoeder vor. Namentlich zeichnet sich *Quillaia* durch seine außerordentlich großen prismatischen Krystalle aus. Möller (l. c. p. 369) giebt an: »*Quillaia* mit außerordentlich großen Oxalatprismen, 0,2 mm lang, 0,02 mm dick.« Auch Gulliver (l. c. XIV. p. 250) erwähnt diese Krystalle im »Baste« von *Quillaia* und bezeichnet sie als »vierseitige, rectanguläre Prismen, deren Enden mit kurzen Pyramiden versehen sind, zuweilen auch dreikantige Prismen, deren Enden gleich den Ecken eines Meißels oder Keils geformt sind; jeder dieser Krystalle ist nach Quekett von einer engen Zelle umschlossen.« — Diese Prismen finden sich bei *Quillaia* in so großer Menge, dass sie sich beim Durchbrechen eines Zweiges auf der Bruchfläche schon mit einer Lupe erkennen lassen. Auch die übrigen Gattungen haben, wie erwähnt, derartige Prismen, die allerdings in Größe und Anzahl bedeutend hinter denen von *Quillaia* zurückstehen. Auch liegen bei ihnen diese Prismen nicht einzeln, sondern zu fünf oder sechs in eingekammerten Schläuchen über einander. *Exochorda* ähnelt auch, was diese Krystallbildungen anbetrifft, mehr den *Spiraeeae*; diese haben entweder

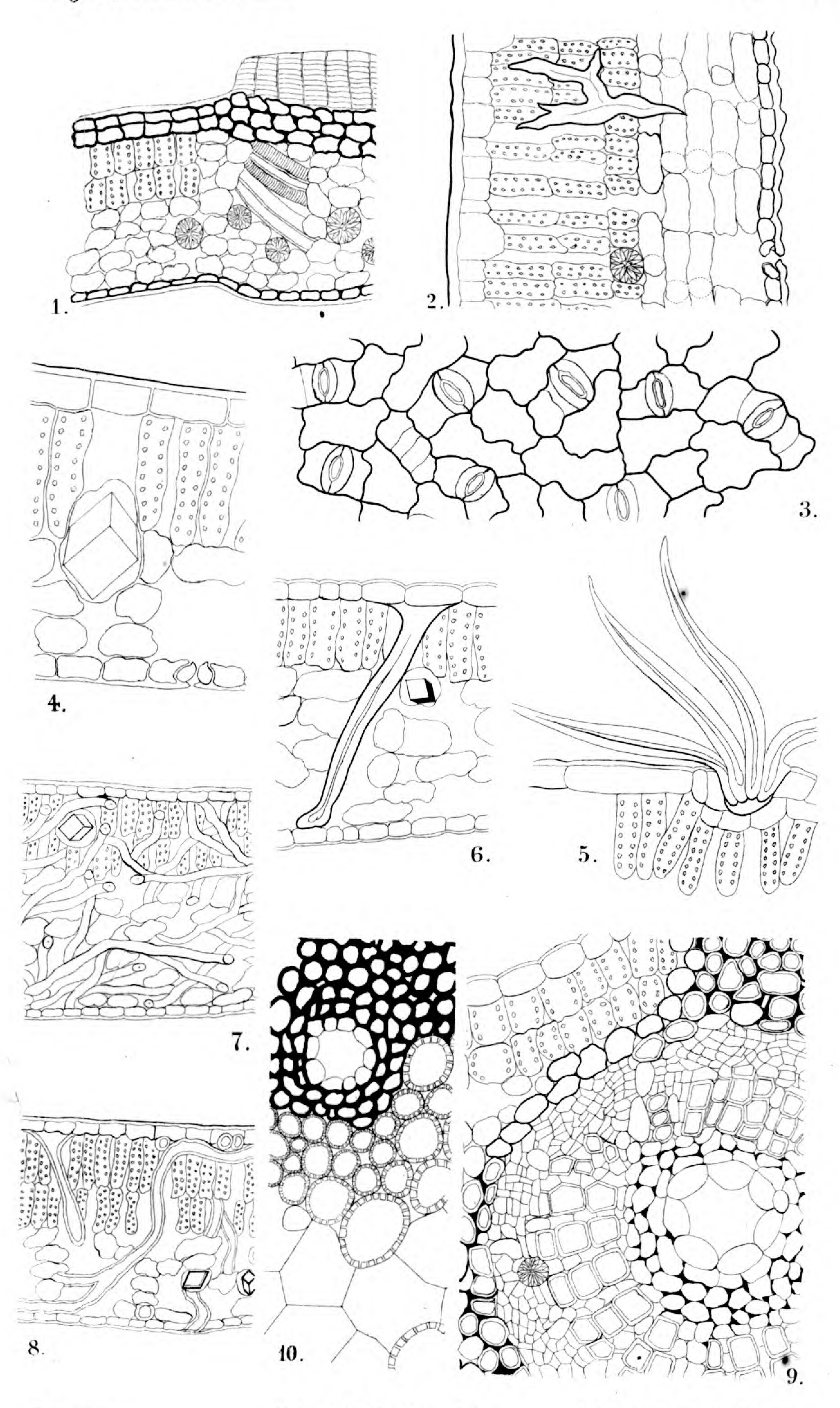
keine Krystalle im Weichbaste (wie *Exochorda*, die nur Drusen im Rindenparenchym führt) oder wie *Neillia*, *Eriogynia* und auch *Holodiscus* Krystalldrusen neben oktaedrischen Einzelkrystallen. Im Rindenparenchym und im Marke sind die Krystalleinschlüsse bei den einzelnen Gattungen verschieden. Es lässt sich auch hier wie bei den *Hamamelidaceae* keine besondere Regel in der Bildung der Krystalle aufstellen. So hat z. B. *Kageneckia* im Marke nur Einzelkrystalle, während *Quillaia* dort nur Drusen führt, im Rindenparenchym findet das umgekehrte Verhältnis statt.

Aus diesem Vergleiche geht hervor, dass die *Hamamelidaceae* durch die Structur ihres Stammes an die *Rosaceae* (*Spiraeoideae*) erinnern, da sie in Anordnung des Holzprosenchyms und der Gefäße, sowie der an beiden vorkommenden Hoftüpfelung mit diesen übereinstimmen; andererseits aber durch die durchweg leiterförmige Gefäßperforation und die höchstens zweireihigen Markstrahlen und immer fehlende spiralige Verdickung der Gefäßwände von dieser Familie unterschieden sind.

Die Structur des Stammes weist somit nicht nur auf eine gewisse anatomische Verwandtschaft beider Familien hin, sondern bietet zu gleicher Zeit auch ein gutes anatomisches Mittel, beide Familien von einander zu trennen, was durch die Anatomie des Blattes nicht möglich ist.

Erklärung der Abbildungen auf Taf. VIII.

Fig. 1. *Altingia excelsa* Nor. Blattquerschnitt mit Korkbildung. Vergr. $^{145}/_{1}$.
Fig. 2. *Rhodoleia Championi* Hook. Blattquerschnitt. Vergr. $^{145}/_{1}$.
Fig. 3. *Parrotia persica* C. A. Mey. Spaltöffnungen der Blattunterseite. Vergr. $^{350}/_{1}$.
Fig. 4. » » » Blattquerschnitt. Vergr. $^{350}/_{1}$.
Fig. 5. *Fothergilla alnifolia* L. Blattquerschnitt mit Sternhaar. Vergr. $^{350}/_{1}$.
Fig. 6. *Hamamelis virginica* L. Blattquerschnitt. Vergr. $^{350}/_{1}$.
Fig. 7. *Dicoryphe stipulacea* St. Hil. Blattquerschnitt. Vergr. $^{145}/_{1}$.
Fig. 8. *Distylium indicum* Benth. Blattquerschnitt. Vergr. $^{145}/_{1}$.
Fig. 9. *Liquidambar styraciflua* L. Teil eines Querschnittes durch ein Gefäßbündel des Laubblattes. Vergr. $^{350}/_{1}$.
Fig. 10. *Liquidambar styraciflua* L. Teil eines Querschnittes durch ein junges Stammstück (mit einem Balsamgang). Vergr. $^{350}/_{1}$.



Reinsch del. Verlag v. Wilh. Engelmann, Leipzig. Lith. Anst. Julius Klinkhardt, Leipzig.